

昭和六年土木學會

鐵筋コンクリート標準示方書

解 說

(禁 轉 載)

昭和六年十月

序

本調査會は曩に發表せる鐵筋コンクリート標準示方書に關し其の立案の精神を解説して本示方書の實施に便し併せて將來本示方書の改正に資する爲其の解説を公表し置く必要を認め之れを工學博士吉田徳次郎君に依囑し爾來同君の特別なる配慮に依り茲に之れが成案を得るに至れり。依つて特に附記して同君及び關係者諸君の努力に對し深甚なる謝意を表す。

昭和六年十月

土木學會 コンクリート調査會 委員長

大河戸 宗 治

土木學會

鐵筋コンクリート標準示方書解説

目 次

第一章	總 則	(1)
第一條	適用の範圍	(1)
第二章	定 義	(1)
第二條	術 語	(1)
第三條	記 號	(4)
第三章	コンクリートの品質	(6)
第四條	強 度	(6)
第五條	抗壓強度試験	(7)
第四章	材 料	(7)
第六條	總 則	(7)
第一節	セメント	(8)
第七條	ポルトランド・セメント及高爐セメント	(8)
第二節	細骨材	(8)
第八條	總 則	(8)
第九條	粒 度	(8)
第十條	細骨材に於ける有機不純物	(9)
第十一條	特別の場合	(10)
第三節	粗骨材	(10)
第十二條	總 則	(10)
第十三條	粒 度	(11)
第十四條	特別の場合	(12)
第四節	水	(13)
第十五條	總 則	(13)
第十六條	海 水	(13)
第五節	セメント及骨材の貯藏	(13)
第十七條	セメントの貯藏	(13)
第十八條	骨材の貯藏	(14)
第六節	鐵 筋	(15)
第十九條	材 質	(15)
第二十條	標準寸法	(15)
第五章	配合及水量	(16)
第二十一條	總 則	(16)
第二十二條	配合の表はし方	(17)
第二十三條	セメントの最小使用量	(18)
第二十四條	水-セメント重量比	(19)

	第二十五条	ウォーカビリティー	(20)
	第二十六条	材料の計量	(21)
第 六 章	混 合		(22)
	第二十七条	機械練り	(22)
	第二十八条	手練り	(23)
	第二十九条	練返し	(24)
	第三十条	試 験	(24)
第 七 章	填充及養生		(25)
第 一 節	填 充		(25)
	第三十一条	準 備	(25)
	第三十二条	取 扱 ひ	(26)
	第三十三条	樋 卸 し	(28)
	第三十四条	搗 固 め	(29)
	第三十五条	打 足 し	(30)
	第三十六条	寒中コンクリートの施工	(31)
第 二 節	養 生		(32)
	第三十七条	養 生	(32)
第 三 節	接 合		(33)
	第三十八条	總 則	(33)
	第三十九条	施工接合	(33)
	第四十条	柱に於ける施工接合	(34)
	第四十一条	床に於ける施工接合	(35)
	第四十二条	伸縮接合	(35)
	第四十三条	滑り面接合	(36)
	第四十四条	水密施工接合	(36)
第 八 章	鐵 筋 工		(37)
	第四十五条	掃 除	(37)
	第四十六条	鐵筋の加工	(37)
	第四十七条	鐵筋の組立	(38)
	第四十八条	鐵筋の繼手	(39)
第 九 章	型 枠		(41)
	第四十九条	總 則	(41)
	第五十条	堰 板	(41)
	第五十一条	型枠及支保工	(42)
	第五十二条	組 立	(42)
	第五十三条	面 取	(43)
	第五十四条	塗 油	(44)
	第五十五条	一時的開口	(44)
	第五十六条	型枠の取外し	(45)
第 十 章	鐵筋の保護として必要なるコンクリートの厚さ		(46)
	第五十七条	普通の場合	(46)

第五十八條	耐火構造の場合	(47)
第五十九條	海中に於ける場合	(48)
第十一章	防 水	(48)
第六十條	總 則	(48)
第六十一條	防水劑の混和	(49)
第十二章	海水の作用を受くる鐵筋コンクリート	(49)
第六十二條	配 合	(49)
第六十三條	填 充	(50)
第六十四條	鐵筋及コンクリートの保護	(50)
第十三章	表面仕上げ	(51)
第六十五條	表面仕上げ	(51)
第十四章	現場に於けるコンクリート抗壓強度試験及載荷試験	(53)
第六十六條	現場に於ける抗壓強度試験	(53)
第六十七條	載 荷 試 験	(53)
第十五章	荷重及溫度變化	(54)
第六十八條	死荷重及活荷重	(54)
第六十九條	溫度變化及硬化收縮	(55)
第十六章	計 算	(57)
第七十條	應力の計算	(57)
第七十一條	弾 性 係 數	(59)
第七十二條	集中荷重の分布	(60)
第十七章	許容應力	(62)
第七十三條	コンクリートの許容應力	(62)
第七十四條	鐵筋の許容應力	(66)
第七十五條	地震力を考慮したる場合の許容應力	(68)
第十八章	設計細目	(69)
第七十六條	設 計 細 目	(69)
第十九章	版 及 桁	(71)
第 一 節	設 計 細 目	(71)
第七十七條	版	(71)
第七十八條	矩形桁及T桁	(72)
第 二 節	外力に依る彎曲率及剪力	(75)
第七十九條	版及桁の支間	(75)
第八十條	一方向にのみ主鐵筋を有する連続版の彎曲率	(76)
第八十一條	二方向に主鐵筋を有する版の彎曲率	(79)
第八十二條	連續桁の彎曲率	(81)
第八十三條	版及桁の剪力	(83)
第 三 節	内 力	(84)
第八十四條	獨立せる桁	(84)
第八十五條	T 桁の突縁	(84)
第八十六條	隅縁及ハウンチ	(86)

第八十七條	剪 應 力	(87)
第八十八條	附着應力	(91)
第二十章	鉄筋コンクリート柱	(93)
第一節	設計細目	(93)
第八十九條	帯鉄筋柱	(93)
第九十條	螺旋筋柱	(95)
第二節	外 力	(97)
第九十一條	外 力	(97)
第三節	内 力	(99)
第九十二條	帯鉄筋柱	(99)
第九十三條	螺旋筋柱	(100)
第九十四條	中心軸荷重を受くる長柱	(103)
第九十五條	偏心軸荷重又は彎曲率を受くる柱	(105)

附 録 試 験 方 法

第 一 章	骨材篩分け試験に関する標準方法	(107)
第一條	試 料	(107)
第二條	篩	(107)
第三條	試験方法	(107)
第四條	報 告	(108)
第 二 章	骨材注瀝試験に関する標準方法	(109)
第五條	器 具	(109)
第六條	試 料	(109)
第七條	試験方法	(109)
第八條	結果の計算	(109)
第九條	検 算	(109)
第 三 章	砂の有機不純物試験に関する標準方法	(110)
第十條	總 則	(110)
第十一條	試 料	(110)
第十二條	試験方法	(110)
第 四 章	骨材の単位容積重量試験に関する標準方法	(111)
第十三條	器 具	(111)
第十四條	量器の檢照	(111)
第十五條	試 料	(111)
第十六條	試験方法	(111)
第十七條	精 度	(111)
第 五 章	ウォーカビリチー試験に関する標準方法	(112)
第十八條	試 料	(112)
第十九條	試験及結果	(112)
第 六 章	コンクリート抗壓強度試験に関する標準方法	(114)
第二十條	總 則	(114)

第二十一條	供試體の形狀、寸法及數	(114)
第二十二條	材料の準備	(114)
第二十三條	材料試験及其試料採取	(114)
第二十四條	セメントの試験	(114)
第二十五條	細骨材の試験	(115)
第二十六條	粗骨材の試験	(115)
第二十七條	型	(115)
第二十八條	材料の計量	(115)
第二十九條	コンクリート	(115)
第三十條	ウオーカビリチー	(116)
第三十一條	填 充	(116)
第三十二條	供試體の上面仕上げ	(116)
第三十三條	型の取外し及養生	(116)
第三十四條	供試體の運搬	(116)
第三十五條	供試體の材齡	(117)
第三十六條	試験の準備	(117)
第三十七條	試験荷重を加へる方法	(117)
第三十八條	試験の結果	(117)
第三十九條	報 告	(117)

参 考 編

鉄筋コンクリートの断面設計及應力計算

(A) 彎曲率のみを受くる場合	(136)
(1) 單鐵筋矩形断面	(136)
(2) 複鐵筋矩形断面	(138)
(3) 單鐵筋 T 形断面	(141)
(4) 複鐵筋 T 形断面	(143)
(B) 彎曲率及軸力又は偏心軸力を受くる場合	(145)
(1) 單鐵筋矩形断面	(146)
(1b ₁) 偏心距離小にして σ'_c (張應力の場合) $< \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合	
(1b ₂) 偏心距離大にして σ'_c (張應力の場合) $> \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合	
(2) 複鐵筋矩形断面	(146)
(2b ₁) 偏心距離小にして σ'_c (張應力の場合) $< \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合	
(2b ₂) 偏心距離大にして σ'_c (張應力の場合) $> \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合	
(3) 單鐵筋 T 形断面	(151)
(3b ₁) 偏心距離小にして σ'_c (張應力の場合) $< \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合	
(3b ₂) 偏心距離大にして σ'_c (張應力の場合) $> \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合	
(4) 複鐵筋 T 形断面	(151)
(4b ₁) 偏心距離小にして σ'_c (張應力の場合) $< \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合	
(4b ₂) 偏心距離大にして σ'_c (張應力の場合) $> \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合	
(5) 八角形断面	(154)

- (5b₁) 偏心距離小にして σ'_c (張應力の場合) $< \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合
 (5b₂) 偏心距離大にして σ'_c (張應力の場合) $> \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合
- (6) 圓形断面 (158)
- (6b₁) 偏心距離小にして σ'_c (張應力の場合) $< \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合
 (6b₂) 偏心距離大にして σ'_c (張應力の場合) $> \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合

第一章 総 則

第一條 適用の範圍

本示方書は鉄筋コンクリート構造物の設計及施工に關する一般の標準を示すものとする。

解 説

鉄筋コンクリート構造物と云ふ意味を廣義に解すれば、鉄筋コンクリートで造られる一切のものを含ませることも出来る。例へば、鉄筋コンクリート道路、鉄筋コンクリート杭の基礎の様なものも、鉄筋コンクリート構造物と考へられない事もないが、本示方書では比較的狹義の意味で、主として、建築、橋梁等の様な構造物を組立て、居る鉄筋コンクリート部材、例へば、柱、版、桁等の設計施工に關する一般の標準を與へたものである。特別の鉄筋コンクリート構造物又は特種の場合に對しては、本示方書の精神を基として、實際の事情に適應する様に其設計施工を考慮すべきである。

尙ほ一言注意すべき事は、以下本示方書で單にコンクリートと言ふ場合、常に鉄筋コンクリート構造部分に使用すべきコンクリートのみを指すので、無鉄筋コンクリート、粗石コンクリート、巨石コンクリート等の場合のコンクリートをも含めた廣い意味ではない事を常に忘れてはならない。

第二章 定 義

第二條 術 語

本示方書に於ける用語の定義は次の如し。

責任技術者——工事に責任を有する主任技術者を云ふ。

ポルトランド・セメント——昭和五年八月商工省告示第四十一號第一條に依り製造したるものを云ふ。

高爐セメント——昭和五年八月商工省告示 第四十二號第一條に依り製造したるものを云ふ。

セメント——ポルトランド・セメント又は高爐セメントを云ふ。

骨材——砂、砂利、碎石其の他之に類似の材料にして、セメント及水と混合してモルタル又はコンクリートを造るものを云ふ。

- 細骨材——『骨材篩分け試験に関する標準方法』（附録第一章）に規定する第四番篩を通過する骨材を云ふ。
- 粗骨材——『骨材篩分け試験に関する標準方法』（附録第一章）に規定する第四番篩に残留する骨材を云ふ。
- モルタル——セメント及細骨材に水を加へ混合して生ずるものを云ふ。
- コンクリート——セメント、細骨材及粗骨材に水を加へ、混合して生ずるものを云ふ。
- レイトンス——モルタル又はコンクリートを施工したる際水分過多のため、其の上面に生じたる微細なる物質より成る表皮を云ふ。
- ウオーカビリチー——コンクリートの流動性に依る施工容易の程度を云ふ。
- 鉄筋コンクリート——鋼材を以て補強したるコンクリートにして、外力に對し兩者が一體として作用するものを云ふ。鉄筋コンクリートに使用する鋼材を鐵筋と稱す。
- 正鐵筋——版又は桁に於て正彎曲率より生ずる張應力を受くる様配置されたる鐵筋を云ふ。
- 負鐵筋——版又は桁に於て負彎曲率より生ずる張應力を受くる様配置されたる鐵筋を云ふ。
- 主鐵筋——設計荷重に依り直應力を受くる鐵筋を云ふ。
- 横鐵筋——主鐵筋の位置を確保し、且つ外力及内力を平等に傳播するため主鐵筋と普通直角の方向に配置せる補助の鐵筋を云ふ。
- 軸鐵筋——抗壓材の軸の方向に配置せる主鐵筋を云ふ。
- 斜張應力鐵筋——斜張應力を受くる主鐵筋を云ふ。
- 腹鐵筋——版又は桁の斜張應力鐵筋を云ふ。
- 肋筋——主鐵筋に對し直角又は直角に近き角度をなす腹鐵筋を云ふ。
- 曲鐵筋——主鐵筋を曲上げ又は曲下げたる腹鐵筋を云ふ。
- 帶鐵筋——軸鐵筋を所定の間隔毎に緊結する横方向の補助の鐵筋を云ふ。
- 螺旋鐵筋——軸鐵筋を螺旋狀又は環狀に緊結する主鐵筋を云ふ。
- 組立鐵筋——コンクリートの填充に際し、鐵筋の位置を確保する目的を以て挿入する補助の鐵筋を云ふ。
- 用心鐵筋——コンクリートの硬化、溫度の變化等に依る膨脹、收縮及び振動等に依りて生ずるコンクリートの龜裂を防止する目的を以て挿入する補助の鐵筋を云ふ。
- 短柱及長柱——支柱又は抗壓材にしてその織弱率が 45 以下のものを短柱、以上のものを長柱と稱す（第九十四條参照）。

解 説

特に解説の必要ありと認むる術語だけにつき説明することにする。

正鉄筋及負鉄筋に就て

水平位置に置かれた版又は桁に於ては、下側に張應力、上側に壓應力を生ずる彎曲率を正彎曲率、下側に壓應力、上側に張應力を生ずる彎曲率を負彎曲率と云ふ事が一般に認められて居るから、版及桁に於て、之等の正負彎曲率に依つて生ずる張應力を受くる様に配置された鉄筋を夫々正鉄筋及負鉄筋と名付けたのである。版又は桁として働く部材が水平位置に置かれない場合には、正負彎曲率の區別は、一般に認められたものがないから、此名稱は一般的に適用されないのである。若し正負の彎曲率について定義が與へられた場合には、此名稱を使用してよい事は勿論である。

主鉄筋に就て

主鉄筋とは、設計荷重による應力の計算から断面が算定される鉄筋を云ふのであつて、張應力又は壓應力を受けるものである。軸鉄筋、肋筋、曲鉄筋、螺旋鉄筋等は凡て主鉄筋であつて、横鉄筋、帯鉄筋、組立鉄筋、用心鉄筋等の補助の鉄筋に對する區別を明かにするために名付けられたものである。

斜張應力鉄筋及腹鉄筋に就て

斜張應力は彎曲張應力と剪應力との合成應力である。之を受けるために配置された鉄筋が斜張應力鉄筋であつて、斜張應力から其断面及配置が定められる主鉄筋である。版又は桁に於ては、斜張應力鉄筋を腹鉄筋と云ふ習慣があるから、其名稱を存して置いたのである。

桁に於て、斜張應力を受ける腹鉄筋として、普通に用ゐられるものは、肋筋と曲鉄筋とである。肋筋は其の普通の形から燈鐵なども稱せられ、普通は鉛直に近い位置に配置される。曲鉄筋は一般に水平線に對して 45° 内外の傾斜に用ゐられるので、肋筋が鉛直に近く用ゐられるのに對して傾斜腹鉄筋なども稱せられることもある。

用心鉄筋に就て

コンクリートの硬化、温度の變化等による膨張收縮等によつて構造物に生ずる應力を計算し、之に對して必要な鉄筋を配置する時には、此鉄筋は主鉄筋である。然し、以上の様な原因によつて生ずる應力を計算し、之に應ずる様に鉄筋を配置すると云ふ事は不可能な事もあり、よし不可能でないにしても非常に面倒であるから、斯かる計算を省略し、經驗上から安全である程度の鉄筋を配置することが多い。

斯かる場合の鉄筋は用心鉄筋の一種である。

又第七十八條(5)に示してある用心鉄筋の様に、計算上其の斷面積を求むることは出来ないが、安全の爲めに必要であるとして挿入されるものもある。

第七十八條(4)に依れば、桁に於ては計算上必要でない時にも、肋筋を使用することが規定してある。斯かる場合の肋筋や、帯鉄筋の様なものも、廣い意味での用心鉄筋であるが、特に他に名稱のあるものは強ひて之を用心鉄筋と云はない。

鉄筋コンクリート部材の隅角がかかるのを防ぐ目的で隅角に沿つて入れる鉄筋などの様に、特別に他の名稱を有せず、全く安全の爲めに挿入せらるゝ鉄筋は凡て用心鉄筋と考へてよい。

短柱及長柱に就て

短柱と長柱との區別については第九十四條に解説してある。

第三條 記 號

本示方書に於て、計算に使用する記號は次の如し。

記 號	記 號 の 説 明
α	曲鉄筋と抗張主鉄筋との間の角
A	柱等に於けるコンクリート有效斷面積(軸鉄筋斷面積を減ぜず)
A'	支壓應力の作用する面積(支承面積)
A_a	螺旋筋の容積を軸鉄筋に換算したる場合その軸鉄筋の斷面積にして換算斷面積と稱す
A_i	鉄筋コンクリート柱の等値斷面積
A_n	柱の全斷面積
A	鉄筋の斷面積
A_s'	彎曲率又は變曲率と軸力を受ける斷面に於ける抗壓鉄筋の斷面積
A_b	桁の軸方向に測りたる距離 v の間に於ける曲鉄筋の全斷面積
A_v	桁の軸方向に測りたる距離 v の間に於ける肋筋の全斷面積
b	矩形斷面の幅、又は T 形斷面突縁の幅
b_0	T 形斷面腹部の幅
C	コンクリートに於ける全壓應力
C'	抗壓鉄筋の全壓應力
d	版及桁に於て抗壓側表面より抗張鉄筋斷面の重心までの距離(版及桁

	の有効高さ)
d'	版及桁に於て抗壓側表面より抗壓鉄筋断面の重心までの距離
d	鉄筋の直径
D	螺旋筋柱のコンクリート有効断面の直径 (螺旋筋の中心線間の距離)
E_c	コンクリートの弾性係数
E_s	鉄筋の弾性係数
f	螺旋筋一本の断面積
h	柱の高さ即ち柱の横に支持せられざる高さ
h	矩形断面又は T 形断面の全部の高さ
i	断面の最小環動半径
I	断面二次率
j	抵抗偶力の臂長さの有効高さ d に対する比
$jd = z$	抵抗偶力の臂長さ
k	抗壓側表面より中立軸までの高さの有効高さ d に対する比
$kd = x$	抗壓側表面より中立軸までの高さ
l	桁又は版の支間
M	彎曲率
n	鋼の弾性係数のコンクリートの弾性係数に対する比
p	鉄筋断面積のコンクリート断面積に対する比
P	短柱の許容中心軸荷重
N	軸力
P'	長柱の許容中心軸荷重
s	肋筋の間隔又は曲鉄筋の間隔
σ_c	コンクリートに於ける壓應力
σ_{ca}	コンクリートに於ける許容壓應力
σ_s	鉄筋の應力
σ_{sa}	鉄筋の許容應力
$\bar{\sigma}_{28}$	材齢 28 日のコンクリート標準試験体の抗壓強度
S	剪力
t	版の厚さ, T 桁突縁の厚さ
t	螺旋筋の間隔
τ	コンクリートの剪應力

τ_a	コンクリートの許容剪應力
τ_0	鉄筋とコンクリートとの附着應力
τ_{0a}	鉄筋とコンクリートとの許容附着應力
T	抗張主鉄筋の全張應力
U	鉄筋の周長の總和
w	版又は桁の單位面積又は單位長さ當りの全等布荷重
w_a	單位面積當りの等布死荷重
w	單位面積當りの等布活荷重
$x=kd$	版及桁に於て抗壓側表面より中立軸までの高さ
y	中立軸より應力を求むる點までの高さ
$z=jd$	抵抗偶力の臂長さ

解 説

現在我國で鉄筋コンクリートの計算に用ゐられて居る記號は、大體、英米式の記號、獨逸式の記號及以上の兩者を組合せたものゝ三種に分けることが出来る。而して之等三種のものは、夫々利點及缺點を有して居るが、本示方書では記號本來の性質からして、成可く多くの人に便利であるものを標準記號にしたいと云ふ考から、以上三種の内どれを撰ぶかについて、會員一般の意見を求めて見た。其の結果組合せ式を撰ぶと云ふ意見が最も多數であつたから、組合せ式を採用することゝして、本條の如き標準記號を撰定したのである。

第 三 章 コンクリートの品質

第 四 條 強 度

構造物の各部は材齡 28 日に於けるコンクリートの抗壓強度を基準として設計すべし。

解 説

鉄筋コンクリートに用ゐられるコンクリートに必要な強度は、其抗壓強度のみではなく抗張強度、抗剪強度、鉄筋との附着強度等も大切である。而して、之等のものは、必ずしもコンクリートの抗壓強度に正比例するものではないが、適當な設計

施工によつて製作されたコンクリートの強度は、大體に於て、その抗壓強度で示すことが出来る。それで、コンクリートの強度及品質を表はす標準として、その抗壓強度を用ゐるのが一般であるから、本示方書も之に従つて居るのである。

材齢によるコンクリートの抗壓強度の増加は、養生中に於ける温度及濕氣の影響を受けることが極めて大であるが、一般の鉄筋コンクリート構造物に於ては、28日以後に於て抗壓強度が大に増加すべき様な養生法を期待し得ない場合が多い。それで、實際荷重の加へられるのは、數箇月の後であるとしても、大體材齢28日位の抗壓強度を標準とするのが安全である。又あまり長期の材齢を標準とすれば、抗壓強度を試験する上からも不便である。それで、材齢28日に於ける抗壓強度を以て、標準の抗壓強度と考へることが一般であるから、本示方書も之に従つたのである。

尙ほ、第七十三條に、コンクリートの許容應力は、主として、材齢28日の抗壓強度から定めることになつてゐる。

第五條 抗壓強度試験

工事施工者は工事着手前に責任技術者の要求に依り、使用せんとする材料、配合及水量のコンクリートの抗壓強度試験を行ふべし。

第四條及第五條に於けるコンクリートの抗壓強度試験は『コンクリート抗壓強度試験に関する標準方法』（附録第六章）に依るべし。

解 説

試験方法を統一して置かないと、抗壓強度が正しく比較し得られないから、附録第六章に標準試験方法を規定したのである。

第四章 材 料

第六條 總 則

使用材料は責任技術者の要求に依り之が試験を行ひ其の成績を報告すべし。

解 説

大きな鉄筋コンクリート工事に使用すべき材料は、一般に、試験の上、之が使用を決するのが至當である。然し、小さな工事までも必ず材料の試験をすべしとすることは、餘り窮屈であるから、試験が必要であるや否やを決定することは、責任技術者に委すことにしたのである。

第一節 セメント

第七條 ボルトランド・セメント及高爐セメント

ボルトランド・セメント及高爐セメントは昭和五年八月商工省告示第四十一號日本ボルトランド・セメント規格及同第四十二號高爐セメント規格に合格せるものたるべし。

解 説

本條は本示方書を工事に適用する場合、使用すべきボルトランド・セメント及高爐セメントの規格を示したものである。従つて、特種なセメント、又は此の規格に不合格なセメントを使用せんとする場合には、本示方書は其儘直に適用してはならない。

第二節 細骨材

第八條 總 則

細骨材は清淨、耐久、強硬にして塵芥、土壤、有機物等の有害量を含有すべからず。

解 説

細骨材が清淨、耐久、強硬であるべき程度に對して絶對的の標準を示すことは困難であつて、責任技術者の判断に俟つ外はない。土壤や有機物が全くないと云ふ様に純な細骨材は、めつたに得られぬものである。どれ丈が有害量であるかは、責任技術者の判定又は試験の結果に俟たなければならない。

第九條 粒 度

細骨材は第一表の範圍内に於て、細粗粒適度に混合せるものを標準とすべし。

第 一 表

	重量百分率
第四番篩を通過する量	100
第五十番篩を通過する量	30 以下 10 以上
第百番篩を通過する量	6 以下
注瀉試験に依りて失はるゝ量	3 以下

篩及篩分け試験方法は『骨材篩分け試験に關する標準方法』（附録第一章）に

依るべし。注瀉試験方法は『骨材注瀉試験に関する標準方法』（附録第三章）に依るべし。

解 説

細骨材の単価が同一であるとすれば、細粗粒が適度に混合して居る骨材を使用する時は、細粒のみが揃つて居る様なものを使用する時よりも細骨材の密度が大きいから、セメント使用量が比較的少くて、著しく経済的に、強度不透水性其他の所要性質を有するコンクリートを製作し得るものである。故に経済的見地からして、咸可く細粗粒が適度に混合して居る細骨材を撰ぶが當然である。

然し、實際現場附近で斯くの如き細骨材が得られない場合も尠くない。斯かる場合他から細粗粒が適度に混合して居るものを求めて使用すべきか否かは、主として経済上から判断すべき事柄である。

第一表は細粗粒が適度に混合して居る程度の標準を示したもので、實際及實驗上此表程度のものを使用すれば、普通の場合、経済的に所要の目的を達するコンクリートが得られるのである。一般に言へば川砂で荒い粒、細い粒の混合したものは、上表に近い粒度を有するものである。

第十條 細骨材に於ける有機不純物

天然砂は『砂の有機不純物試験に関する標準方法』（附録第三章）に依りて試験すべし。試験溶液の色合が標準色より濃き場合には、其の砂を使用したるコンクリート又はモルタルの抗壓強度が所要強度を下らざる場合に限り之を骨材として使用することを得。

解 説

附録第三章に示してある天然砂の有機不純物試験に関する標準方法によつて試験すれば、或る天然砂に含まれて居る有機不純物の大體の程度を知ることが出来る。試験溶液の色合が標準色より濃い場合には、其の砂を使用しないのが一般に安全である。然し、此の試験方法は、有機不純物の含有程度をごく大體に示す丈のもので、此の試験に不合格な砂がコンクリート又はモルタルに對して常に有害であると断定出来る程、確定的の結果を與へるものではない。だから、假令此試験に不合格な砂でも絶對的に細骨材として不合格だと云ふのではなく、之を使用して造つたコン

クリート又はモルタル各標準供試験體の抗壓強度が所定の強度を下らない場合には、之を細骨材として使用してよいのである。

第十一條 特別の場合

細骨材にして上記の條件に適合せざるものと雖も、責任技術者の承認せる場合に限り、其の指示せる配合及使用水量のコンクリート又はモルタルに之を使用することを得。

解 説

細骨材は、要するに、抗壓強度其他鐵筋コンクリート用のコンクリートとして必要な諸性質不透水性等を有するコンクリートを、最も經濟的に造り得るものであればよいのである。

前數條は、所要コンクリートを經濟的に作るに必要な標準條件を規定したものであるから、細骨材が之等の條件に適合しないにしても、配合及使用水量の加減によつて、之等の缺點を經濟的に補ふ事が出来る場合も決して尠くない。例へば、セメントの使用量を増加して、標準に適合しない、單價の安い、細骨材を使用した方が標準に適合した單價の高い細骨材を買つて、セメントの使用量を節約するよりも有利な場合がある。之等の問題は、一に責任技術者が試験の結果、經濟的の考慮から判断すべき事であつて、本條は此の主旨から生れたものである。

又經濟的見地を離れても、已を得ず不適當な細骨材を使用する場合には、責任技術者が特に其他の材料の配合、施工法等に注意を拂ふべきであるから、その注意を喚起する爲めにも本條は必要である。

第三節 粗 骨 材

第十二條 總 則

粗骨材は清淨、耐久、強硬にして軟質、脆弱、扁平、細長なる石片又は有機物等の有害量を含むべきからず。粗骨材は少く共、コンクリート中のモルタルと同程度の強度を有することを要す。

特に耐火性を必要とするコンクリートに於ては、コンクリート中に於て耐火的なる粗骨材を使用すべし。

解 説

粗骨材が清浄、耐久、強硬であるべき程度、及脆弱、扁平、細長なる石片又は有機物の含有量が有害である程度は、第八條の場合と同様に、責任技術者の判断に俟つより仕方がない。又、粗骨材の強度が、コンクリート中のモルタルより弱いために、コンクリートの強度がモルタルの強度より小になることは、一般に、甚だ不經濟である。それで、粗骨材は尠くとも、コンクリート中のモルタルと同程度の強度を有すべき事を規定したのである。

尙ほ第二十四條第三表の、材齡 28 日に於けるコンクリートの抗壓強度と水—セメント重量比との關係は、粗骨材の強度がコンクリート中のモルタルの強度以上の場合に使用し得るものである。

鐵筋コンクリートを耐火的ならしめる事に就ては第五十八條を参照されたい。本條の『コンクリート中に於て耐火的なる粗骨材』の意味は石材それ自身を焼いた場合耐火的でなくとも、コンクリートに造つて其の中の骨材として耐火的であればよいとの意で、例へば第五十八條の石灰石などその好例である。

第十三條 粒 度

(1) 粗骨材は第二表の範圍内に於て、細粗粒適度に混合せるものを標準とすべし。

第 二 表

	重量百分率
最大目の篩を通過する量	95 以上
最大目の 1/2 の目の篩を通過する量	75 以下 40 以上
第四番篩を通過する量	10 以下

粗骨材の最大寸法は、重量にて骨材の 95 % が通過すべき篩目の空間隔を以て示すものとす。

(2) 粗骨材の最大寸法は 7.5 cm 以下にして、コンクリートを填充すべき部材の型枠の最小内幅の 1/5, 又は鐵筋の最小空間隔の 3/4 を超過すべからず。

篩及篩分け試験方法は『骨材篩分け試験に関する標準方法』(附録第一章)に依るべし。

注瀉試験方法は『骨材注瀉試験に関する標準方法』(附録第二章)に依るべし。

解 説

(1) に就て

第二表は、細骨材に対する第一表と同様、粗骨材に對し適當と認むる一般的な細粒混合程度の標準を示したものである。

本項には粗骨材の最大寸法の定義が與へてある。粗骨材個々の粒を單獨に計つて其の最大寸法を、粗骨材の最大寸法と云ふのではない事に注意を要する。

(2) に就て

抗壓強度の大きなコンクリートを經濟的に作ると云ふ點からは、事情の許す限り、大きい粗骨材を使用するのが、一般に有利である。併し最大寸法が 7.5 cm 以上もある様な粗骨材を使用するのは、假令鐵筋相互の間隔及鐵筋と型枠との間隔からは差支へないにしても、コンクリートとして完全な混合が得られるか疑問であり、又材料の分離を起し易く、且つ普通の場合、コンクリートの取扱ひにも不便が多い。それで、粗骨材の最大寸法を 7.5 cm 以下としたのである。普通の鐵筋コンクリート用としては 4.0 cm 乃至 2.5 cm 以下の場合が多い。

大きな粗骨材を使用したコンクリートを小さい型に入れると、等齊質のコンクリートを造り且つ上面を平面に作る事が甚だ困難になる。故に型の大きさに依つて、使用すべき粗骨材の最大寸法を制限する必要がある。經驗によれば、粗骨材の最大寸法を型枠の最小内幅の 1/5 以下に制限すれば、以上の心配はない。

粗骨材の大きさが、鐵筋の間隙を自由に通過し得べきものでなければならぬ事は明白である。本示方書で云ふ粗骨材の最大寸法は、粗骨材中の最大粒の寸法を云ふのではないから、最大寸法を鐵筋の最少間隔まで許すことは危険である。それで安全を取つて鐵筋最小間隔の 3/4 としたのである。

第七十八條 (2) に、桁に於ける平行な抗張主鐵筋相互間の最小空間隔が規定されて居るが、此の最小空間隔を用ゐる時には、本項の規定から自然使用粗骨材の最大寸法が定まつて來る。

第十四條 特別の場合

粗骨材にして上記の條件に適合せざるものと雖も、責任技術者の承認せる場合に限り、其の指示せる配合のコンクリートに之を使用する事を得。

解 説

本條は第十一條の細骨材に關する場合の解説と同様な理由によるのである。

第四節 水

第十五條 總 則

水は油、酸、アルカリ、有機物、その他コンクリートの硬化及強度に影響を及ぼす物質の有害量を含有すべからず。疑ある場合には試験を行ひその使用の可否を決定すべし。

解 説

実験及び経験に依ると、水が砂糖を含む場合の外は、可なり汚ないと思はれる水を使用しても、コンクリートの強度に大なる影響を及ぼさぬ様である。油、酸、アルカリ、有機物その他の物質を含む水が、コンクリートに、どの程度に有害な影響を及ぼすかは、一般に試験して見なければ解らない。故に水の性質に就て疑のある時は、清浄な水を用ゐた時との強度を比較して、使用の可否を決定するが安全である。先づ沼の水、濁つた河の水等は一應試験すべきであらう。

第十六條 海 水

鉄筋コンクリートには海水を使用すべからず。

解 説

海水を使用した爲めに、鉄筋コンクリートが破壊すると云ふ実験の結果はない様であるが、海水を使用したことが、鉄筋コンクリート破壊の原因の一つではないかと考へられる實例はある。尠くとも、電氣の影響を豫想される鉄筋コンクリート構造物に於ては、海水を使用しない方が安全である。それで、海水を使用しない事を原則としたのである。

第五節 セメント及骨材の貯藏

第十七條 セメントの貯藏

- (1) セメントは地上 30 cm 以上に床を有する防濕的の倉庫に貯藏し、検査に便利なる様配置すべし。
- (2) 幾分にも凝結したるセメントは工事に使用すべからず。

解 説

(1) に就て

セメントの貯蔵上最も注意を要するのは、湿気を防ぐことである。特に地面からの湿気を防ぐことが大切であるから、倉庫の床と地面との間には相當の空きを作ることが必要である。地面から 30 cm 以上あける事にしてあるのは、普通の現場に於ける木造倉庫に就ての標準を示したものである。床がコンクリートで出来て居る場合等は勿論此の限りではない。

セメントを各荷毎に識別し得る様、又検査に便利なる様貯蔵することは、新らしく入庫したセメントばかりを使用することなく、在庫の數量並に貯蔵によるセメント性質の變化を知る等のために、極めて大切である。

(2) に就て

貯蔵中に幾分でも凝結を起したセメントは、其のセメントが湿気を受けた證據である。斯くの如きセメントは強度も低減し、規格に不合格となることが多い。故に斯くの如きセメントを使用してはならぬのである。但し同じ樽のセメントでも別段凝結した形勢のない部分は、悪い部分を除いた上使用差支へないのは勿論である。

第十八條 骨材の貯蔵

(1) 細粗骨材は各別に貯蔵し且つ塵埃、雜物等の混入を防ぐべし。粗骨材の取扱ひに際しては細粗粒が分離せざる様注意すべし。

(2) 凍結せるか又は冰雪の混入せる骨材、若くは長時間炎熱に曝されたる粗骨材を、其の儘使用すべからず。

解 説

(1) に就て

(1) は解説する迄もなく明らかなることと思ふ。尙ほ粗骨材の分離と云ふのは粗骨材を投げ卸したりする場合、兎角粒の大きい部分が下に集り易い事等を云ふのである。

(2) に就て

酷寒の際、室外に貯蔵してある骨材には、霜、氷等を混じて居る場合が多い。斯くの如き骨材を其儘使用すれば出来上つたコンクリートの温度を低下し、コンクリートが凍結する惧れがある。故に斯くの如き骨材は、之を熱して氷を溶かした後でなければ使用してはならない。

酷暑の際に、長く炎天に曝した粗骨材を其儘使用すると、コンクリートが急結する惧れがある。故に使用前に覆ひをするか、冷水をかけるかして、其温度を下げる必要があるのである。

第六節 鉄筋

第十九條 材質

鉄筋として使用する鋼材は JES 第 20 號 G.9 構造（橋梁建築其他）用壓延鋼材の規格中、責任技術者の指示するものに合格せるものたるべし。

解 説

JES（日本標準規格）第 20 號 G.9 の規格に、鉄筋コンクリート用棒鋼は、抗張力 3900 kg/cm^2 乃至 5200 kg/cm^2 、標準抗張試験片第二號（標點距離 L は徑又は對邊距離 D の 8 倍、兩端を太くするものに在りては平行部の長さは D の約 9 倍）を用ひる時の伸 21 % 以上、試験片第三號（徑又は對邊距離 25 mm を超ゆる試験片、標點距離 L は徑又は對邊距離 D の 4 倍、兩端を太くするものに在りては平行部の長さは D の約 4.5 倍）を用ひる時の伸 25 % 以上と規定されて居る。

第七十四條の解説に述べてある理由で、本示方書に與へられて居る鐵筋の許容張應力は最大 1200 kg/cm^2 となつて居るから、規格に合格する鋼であれば、其の實際の抗張力の大小と無關係に、許容張應力は凡て等しく 1200 kg/cm^2 まで採ることが出来る。それで、抗張力の大なる鐵筋を使用することは只安全度を増加する丈で、計算上鐵筋を減することにはならない。又抗張力の大なる鐵筋は材質が堅くなるから、その小なるものに比して取扱ひ及び加工が幾分困難である。

規格に合格する範圍内に於て、如何なる抗張力を有する鐵筋を使用するかと云ふ事は、以上の様な事情もあること故、責任技術者が充分考慮すべき事柄である。

第二十條 標準寸法

鐵筋用棒鋼の寸法及斷面積は JES 第 25 號 G. 14 標準棒鋼及同第 26 號 G. 15 標準形鋼の規格に依るべし。丸鋼は通常次の各種を標準とす。

直徑 (mm)

6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32,

解 説

JES (日本標準規格) 第 25 號 G. 14 は、徑 6 mm 乃至 200 mm の丸鋼、邊が 6mm 乃至 150 mm の角鋼、及對邊距離が 15 mm 乃至 40 mm の八角鋼の斷面積、及長さ 1 m の重量を與へた表である。同第 26 號 G.15 は標準形鋼(山形鋼等)の寸法、斷面積、重量、斷面の重心、慣性モーメント(斷面 2 次率)、回轉半徑(斷面の最大、最小環動半徑)、斷面係數等を示した表である。

普通に用ひられる丸鋼に對し、本條で 14 種の標準大きを規定したのは、之等の丸鋼が鐵筋として最も多量に用ひらるゝもので、製造會社の製品及市場の貯藏品に對する單純化を便ならしめる目的からである。従つて特別の場合の外は此の標準寸法のものを使用するがよい。33 mm 以上の標準寸法がないが、斯かる大きなものは我國で從來餘り用ひられて居らぬからである。標準の直徑が 2 mm おきになつて居るのは、計算に於て(斷面の寸法、コンクリート被厚の寸法等に於て) 1 mm 以下の小數が出ぬための考慮からである。

第 五 章 配 合 及 水 量

第 二 十 一 條 總 則

コンクリートの配合及水量は、必要なる強度及作業に適するウオーカビリチーを有し、粘性に富み鐵筋防錆の目的に適し耐水性を有する様定むべし。

解 説

本示方書に依れば、鐵筋コンクリートは、コンクリートの抗壓強度を基準として設計されるのであるから、其のコンクリートは先づ所定の強度を有すべきである。

ウオーカビリチーとは、第二條の定義にある様に、コンクリートの流動性に依る施工の容易の程度を云ふのであるが、コンクリートが作業に適するウオーカビリチーを有する事は、鐵筋コンクリートが相當の注意で、充分安全且つ容易に施工され得るために極めて大切である。

コンクリートが粘性に富んで居なければ、強度及ウオーカビリチー等は充分であつても、材料の分離を起して不齊等になり、又鐵筋の下側に空隙を生じたりする。故にコンクリートは粘性に富んで居つて、材料の分離が成可く小さいものでなければならぬ。コンクリートの粘性が大である事と、ウオーカビリチーがよい事とは、或る程度まで相反する性質であるが、此の兩者とも極めて大切であるから、工事に應じ

を以て、此兩性質を適當に具備したコンクリートを使用しなければならぬ。

鐵筋コンクリートの水槽、地下室等に於て、大なる水密性を有するコンクリートが必要である事は勿論であるが、コンクリートが充分なる耐水性を有する事は、鐵筋コンクリートが風雨、有害なる瓦斯等の影響に對して鐵筋が腐らず耐久であるためからも、極めて大切である。

之等鐵筋コンクリートに必要な諸性質と最も大なる關係を有するものは、コンクリートの製作に際しての其の配合及使用水量であるから、配合及使用水量は、之等の必要な諸性質を具備する様に決定する事が必要である事を特に本條で注意したのである。

第二十二條 配合の表はし方

配合は通常、セメント、細骨材及粗骨材の容積比を以て表はすものとす。セメントの容積は重量 1500 kg を以て 1m^3 とし、骨材の容積は『骨材の單位容積重量試験に關する標準方法』（附録第四章）に依りて測定したるものを標準とす。現場に於ては細骨材の水分に依る膨み、材料計量方法其他を考慮して定めたる配合比を、現場配合比として示すことを要す。使用水量は使用セメントの重量百分率を以つて示すものとす。

解 説

セメント一定量の容積は、其の測り方により大變に差があるから、セメントを容積で正確に計量することは、非常に困難である。故に第二十六條(1)に、セメントは重量に依つて計量すべしと規定してある。

然るにコンクリートの配合は、1:2:4 又は 1:3:6 と云ふ風に、セメント、細骨材及粗骨材の容積比で示されるのが、從來最も普通であるから本示方書に於ても、通常の場合は此の表し方に従ふ事にした。さて配合を容積比で示すためには、使用すべきセメント重量を容積に換算する必要がある。之がためには、セメント單位容積の重量を定めなければならないが、之は單に或る重量のセメントを容積に換算するの手段に過ぎないから、ある程度まで、從來の習慣によつて便宜的に定めて差支ない。内務省市街地建築物法施工規則には、セメント重量を 1550 kg/m^3 と規定してあるが、之は實際上餘り便利な數字でなく、又其の出處にも特別な理由がない様である。從來、日本では英米の例に倣つて、普通、セメント 1 立方呎の重量を 94# として居る。之を換算すると約 1m^3 當り 1500 kg になる。又 1m^3 當り 1500 kg

とすると、日本のセメント 30 袋が一立方メートルの容積になるから、種々の計算上にも便利である。

又、大正十五年のコンクリートに関する協議會に於ても、將來、内務省の規則が改正される時には、セメント 1m^3 の重量を 1500kg に改正される様提案する事に決めたいきさつもある。之等の諸關係からして本示方書では、 1500kg と云ふ數字を採用することにしたのである。

又、一定量の骨材の容積も、其の計量方法によつて異なるものであるから、之を容積で測る時には、其計量方法を一定する必要がある。それで附録第四章の『骨材の單位容積重量試験に関する標準方法』によつて、容積を測定することを標準としたのである。然し、現場では骨材を容積で計量する時に、此標準方法による事は、殆んど不可能であるから、實際他の計量方法を用ひなければならない。然るに、配合比に示される骨材の容積は、前記標準方法に依つて計量される容積を指すのであるから、之を現場に適用する爲には、現場で實際用ひられる計量方法による容積に換算して、現場配合比として示し、現場で材料計量の際に間違を來さない様にする必要がある。尙、細骨材は水分を含むと容積が増大するから、骨材の計量に當つて、此膨みの影響をも考慮しなければならぬ。従つて現場配合比の決定に當つては此影響を考慮に入れる事を要する。

使用水量を使用セメントの百分率で表すことにしてあるのは、第二十四條の解説に述べてある様に、之に依つて大體コンクリートの抗壓強度を判断し得る便があるからである。米國では、水—セメント容積比が用ひられて居るが、本示方書では、セメントを重量で計量することを原則として居るから、便宜上水量を計算するのに水—セメントの重量比を用ひることにした。勿論水の 1m^3 は 1000kg であるから、概算的には重量比の 1.5 倍が容積比となる。

第二十三條 セメントの最小使用量

鐵筋コンクリートに於ては出來上りコンクリート 1m^3 に就き、尠く共 300kg のセメントを使用すべし。但し橋梁、其の他の構造物にして、煤煙、乾濕、鹽分、其の他に對し特に鐵筋の防護を必要とする場合には前記のセメント使用量を増大すべし。

又寸法大なる構造物にして、其の受くる應力が許容應力より特に低く、鐵筋防錆に支障なき場合に於ては前記の使用量を減少することを得。

解 説

第二十一條に規定してある鐵筋コンクリートに必要な諸性質を有するコンクリートを得るためには、コンクリート 1m³ につき相當のセメント量を使用しなければならない。強度は兎も角として、完全な鐵筋の防錆と附着強度とが得られるためには、セメント糊状態が充分鐵筋を包むで居ることが絶対に必要である。又コンクリートが耐水的であるためにも、相當なセメント量を使用する事は是非必要である。

1m³ に 300 kg のセメントを用ふるコンクリートは、セメント 1m³ の重量を 1500 kg とする時、大約配合 1:2½:5 のものに相當するが、經驗上配合が之以下では、普通の場合、安全に目的を達するコンクリートを得ることは困難である。粗骨材の最大寸法が大きく、且つ骨材が良質で、大小粒が適度に混合して居ればコンクリート 1m³ のセメント量が 300 kg 以下でも、工事の種類に依つては、事實、目的に應ずるコンクリートを製作出来るけれども、之は寧ろ特別の場合と考へてよい。

セメント重量を 1500 kg とすれば、一般に配合 1:2:4 のコンクリートは、1m³ につき 300 kg 以上のセメントを要することになるが、セメントを正確に計量しない現場では 1:2:4 コンクリートのセメント使用量が 1m³ 當り 300 kg 以下になつて居ることがある。之は本條の適用上注意すべき事柄である。

300 kg と云ふ數字は、セメントの最小使用量を示したものであるから、橋梁其他の構造物で、煤煙（下を蒸氣機關車など通る場合）乾濕（ジメジメする部分）鹽分（海岸又は鹽分を含む地下水等に近き部分）其他に對して特に鐵筋を防護する必要ある場合には、當然之より多量のセメントを使用しなければならない。

然し、以上と反對に、寸法の大きい構造物で、其の受ける應力が許容應力よりも遙かに低く、且つ鐵筋防錆に支障のない特別の場合に於ては、責任技術者の指示によつては、セメント使用量を 300 kg 以下にしても差支へない。

第二十四條 水—セメント重量比

使用水量と使用セメント量との重量比はコンクリートの所要抗壓強度に應じて試験の上之を定むるものとす。

但し試験に依らざる場合には第三表の値を標準とすべし。

第 三 表

材齡 28 日に於けるコンクリートの抗壓強度 (kg/cm ²)	175	140	105
使用水量の使用セメント量に對する重量比 (%)	55	60	70

解 説

本示方書に於ては、第四條に、構造物の各部を設計するには、材齡 28 日に於けるコンクリートの抗壓強度を基準とする事が規定してあり、又第七十三條には、コンクリートの許容應力が抗壓強度を基準として與へてあるから、構造物を設計する場合には、先づ豫め使用すべきコンクリートの抗壓強度を定めなければならない。

コンクリートの抗壓強度に影響する事項は非常に澤山あつて、使用水量の使用セメント量に對する重量比即ち、水—セメント重量比のみで決定されるものではない。然しコンクリートの配合及使用水量と抗壓強度との關係を、極めて大體に就て言へば、抗壓強度は水—セメント重量比に依るものであると云ふ事が出来る。随つて使用水量を示すに水—セメント重量比を用ふれば、コンクリートの抗壓強度の大略を評價するのに便利である。それで、本條では使用水量を示すのに水—セメント重量比を用ひたのである。

使用水量はコンクリートの所要抗壓強度ばかりでなく、所要ウオーカビリチーにも大なる影響あるものであるから、必ず試験の上適當に決定することを原則としたのである。

然し、現場の事情によつては、試験し難い場合も尠くないから、斯かる場合に便利なために、第三表に材齡 28 日に於けるコンクリートの抗壓強度と水—セメント重量比との關係を示してある。此の第三表の數値は、本示方書に定められた材料、セメント使用量及施工法に従つて造られたコンクリートが、一般に、之以上の強度を確實に有するものであると云ふ事實から定めたものである。従つて第三表の抗壓強度は下欄の水—セメント比に對しては最低の値に近い。然し試験を行はぬ様な現場では、その水—セメント比に對し之以上の強度を徒らに豫想するのは、慎しまねばならぬ。

第二十五條 ウオーカビリチー

(1) 鐵筋コンクリートに使用するコンクリートは、相當の搗方に依りて、型枠の隅々及鐵筋の周圍に充分行き互る程度のウオーカビリチーを有するものたるべし。

ウオーカビリチー試験は『ウオーカビリチー試験に關する標準方法』（附録第五章）に依るべし。

(2) ウオーカビリチーの調節は、責任技術者の指示に従ひ細又は粗骨材使用

量の増減に依りて行ふべし。

解 説

(1) に就て

本項は、第二十一條の『作業に適するウオーカビリチー』と云ふ意味を詳しく規定したものである。

ウオーカビリチーを試験するための完全な方法は、未だ無いが、附録第五章には普通に行はれるスランプ試験、フロー試験及落下試験の三つを標準方法として示してある。

(2) に就て

ウオーカビリチーの調節をするのに、種々の方法があるが、コンクリートの抗壓強度が大體水—セメント重量比に依つて定まるものと假定すれば、コンクリートの抗壓強度に影響なしに、ウオーカビリチーを調節するにはセメント糊状體の使用量を調節する方法即ち細又は粗骨材の使用量の増減によつてウオーカビリチーの調節をするのが便利である。骨材の最大寸法、大小粒混合の程度等を變へるのも有效な方法ではあるが、前方法による程簡單には出來ない。

第二十六條 材料の計量

(1) 骨材は各一練り毎に指定されたる配合及水量に従ひ計量すべし。セメントは重量に依りて計量すべし。

骨材は細粗別々に重量又は容積に依りて計量すべし。

容積に依る時は、指示されたる配合比を實驗に依りて現場配合比に換算して計量すべし。

(2) 水は指定されたる水—セメント重量比を得る如く、骨材の含水量及吸水量を考慮して計量すべし。

骨材の吸水量及含水量の測定は責任技術者の指示する處に従ふべし。

解 説

(1) に就て

セメントはコンクリートにとり最も大切な材料であるから、正確な計量を必要とする。然るに第二十二條の解説で述べた様に、セメントを容積で正確に計量するこ

とは非常に困難であるから、特に必ず重量で秤るべしと規定したのである。

骨材も重量で計量するのが理想的であるが、骨材を重量で計量することは困難の場合が多い。又工事の種類に依つては、夫れ程正確にしないでいゝ場合も多い。だから、骨材に対しては容積計量をも認めたのである。併し容積による時は第二十二條の解説に述べてある様に、標準の容積計量方法に依る容積配合比を現場で實際行ふ便宜な計量方法に依る現場配合比に直すことが必要である。

(2) に就て

第二十二條によつて、指定の使用水量は使用セメント重量の百分率で示されるが、現場で實際に此の水—セメント重量比を正確に保つ爲めには、之から定まる水量から、骨材の含水量だけは減じ、反對に吸水量だけは増さなければならない。

骨材の吸水量及含水量を測定するには種々の方法がある。然し、簡單で、しかも一般の場合に便利な實用的標準方法は未だ決定されてゐないから、本示方書では現場の事情に應じて責任技術者が適宜その方法を指示する事にしたのである。

茲に吸水量とは石等の材質として、内部に吸収して含まるべき水分の量を云ひ、含水量とは砂等に含まれて粒と粒との間にたまり、砂の容量の堆積の膨らみ等を生ぜしむる水分の量を云ふのである。従つて吸水量だけは必要であるが、含水量は必要としないものである。

第六章 混 合

第二十七條 機械練り

(1) コンクリートの混合は特に責任技術者の指示なき限りは、バッチ・ミキサーを使用すべし。

(2) コンクリート材料は充分混合せられ、其の出来上りは色合一様にして粘性に富みその質齊等たるを要す。

(3) 混合はミキサー内に全部材料を入れたる後毎秒 1m の回轉外周速度に於て一分間以上回轉すべし。

(4) ミキサー内のコンクリート全部を排出したる後にあらざれば、新たに材料をミキサー内に供給すべからず。ミキサーは之が作業の前後に於て充分掃除を行ふべし。

解 説

本條はコンクリートの機械練りに於て、特に注意すべき事項を列記したものである。

(1) に就て

コンチニアス・ミキサー、重力式ミキサー等によるコンクリートの混合には、種々の不安を伴ふから、バッチ・ミキサーの使用を原則として居るのである。

(3) に就て

ミキサーの外周回轉速度があまり大きいと、材料が遠心力のために、混合胴と共に回轉する傾向を生じて、却つて、混合作用を妨げることになる。逆に、餘り遅いと、混合の能率が悪くなる。それで、毎秒 1m の外周速度が指示されたのである。今日では此の速度が一般に適當だと認められて居る。此の速度は、普通のミキサーで、一分間の回轉數約 20 に相當する。

普通の混合機を用ひて、完全な混合をなすためには、凡ての材料を混合機に投入して後、2 分乃至 5 分位混合を繼續することが必要である。本示方書では現場に於ける種々の事情を考慮して、此の混合の最小時間を一分間と規定して居るが、事情の許す限り、混合時間を之より長くするのが適當である。

第二十八條 手 練 り

(1) 責任技術者の承認を得たる時は、手練りを用ふる事を得。手練りは水密性練臺上に於て之を行ふべし。

(2) 手練りの順序は先づモルタルを造り次に粗骨材を加へ充分混合してコンクリートを造るものとす。其の出來上りは前條機械練りに準ずべし。

解 説

(1) に就て

時間にも工費にも無關係に、唯最良のコンクリートを造ると云ふならば、手練りは機械練りに優るものと思はれる。然し一般の鉄筋コンクリート工事に於て、手練りで大量のコンクリートを完全に混合する事は期待出來ない事であるから、本示方書としては、バッチ・ミキサーによる機械練りを原則とし、唯小工事其他特別の場合で、責任技術者の承認を得た場合に限り手練りを用ひることを許したのである。

手練りに水密性の練臺を用ひることは、練臺から漏水しないために大切な事柄である。

(2) に就て

手練りを行ふ順序は色々あるが、鉄筋コンクリート用のコンクリートに於ては、成る可く完全な混合が得らるゝ方法を採用しなければならないから、普通に用ひられる方法よりも多少入念な方法が規定されたのである。混合作業は勿論、前條(2)項に示された混合状態が得らる迄、繼續しなければならない。

第二十九條 練り返し

一部凝結したるコンクリート又はモルタルは、之を練り返すとも使用する事を得ず。

解 説

幾分凝結したコンクリートを、水を加へずに又は少量の水を加へて、更に混合したものを練り返しコンクリートと云ふ。

水を加へずして練り返しを行へば、反つてコンクリートの抗壓強度は増加するが、鉄筋とコンクリートとの間の附着強度は減するから、鉄筋コンクリートの場合には、練り返しコンクリートの使用を禁じなければならない。即ち幾分凝結したコンクリートは捨てゝしはななければならない。

第三十條 試 験

コンクリート工事中は責任技術者の指示に従ひ其の品質を確むる爲めに、ウオーカビリティー試験及抗壓強度試験を行ふべし。

ウオーカビリティー試験及抗壓強度試験は、夫々附録第五章及第六章に規定せる標準試験方法に依るものとす。

解 説

第六十六條の解説参照。ウオーカビリティー試験は抗壓強度試験の補助として、後者程面倒でなく然も之より強度を推察し、常に同様なコンクリートを造るための監視の良い材料となるものであるから、此の意味に於ても必要である。

第七章 填充及養生

第一節 填 充

第三十一條 準 備

(1) コンクリートの填充を始めるに先立ち、輸送装置の内面に附着せる硬化コンクリート又は雑物は之を除去すべし。

(2) コンクリートの填充に先立ち填充すべき場所は掃除をなし、凡ての雑物を除去し、鉄筋を正しき位置に固定せしめ、氷結の虞れある場合を除き堰板は充分之を濕潤するか又は塗油すべし。

鉄筋の配置につきてはコンクリート填充前、特に責任技術者の承認を受くべし。

(3) 根掘中の水はコンクリート填充前に之を排除すべし。又根掘中に流入する水は新規に填充せるコンクリートを流さざる様、適當なる側溝に依り之を水溜りへ導くか又は他の承認を得たる方法に依り之を排除すべし。

解 説

(1) に就て

第二十七條(4)に規定したミキサーの掃除及本項の輸送装置の掃除は、コンクリート中に、硬化コンクリート又は雑物の混入するのを防ぐための注意である。

(2) に就て

堰板を充分濕潤することは、堰板とコンクリートとの附着を防ぐために必要なばかりでなく、完全な掃除をする上からも大切である。嚴寒の際に堰板を充分に濕潤せしめると、コンクリートが氷結する惧があるから、必要あれば堰板に塗油する方がよい。

コンクリート填充前、鉄筋の配置について、責任技術者の検査を受け、承認を受けることが特に大切である。設計より數糎、鈔筋が移動しただけでも既に強度に甚だしい影響のある部材もある。現場従事員が設計鉄筋量の1/4しか使用しなかつたために、構造物が破壊して非常な災害を起した實例さへある。コンクリート填充前に鉄筋配置の正確な検査をすることは責任技術者として重要な任務である。

(3) に就て

- 本示方書に於ては、鉄筋コンクリートの填充にあつて水中コンクリートの施工をなすことを許さない。故に根掘中の水をコンクリート填充前に必ず排除すべきは勿論である。又コンクリートが充分硬化する迄、根掘中に流入する水がコンクリートに接觸せざる様、必要な一切の準備をしなければならぬ。

第三十二條 取 扱 ひ

(1) コンクリートは材料の分離又は損失を防ぎ得る方法により、速かに運搬し直ちに填充すべし。

特別なる事情に依り直ちに 填充することを得ざる場合に於ても、混合してより 填充し終る迄の時間は 温暖にして乾燥せる時に於て 1 時間、低温にして濕潤なる時に於て 2 時間を超過すべからず。

此の時間中コンクリートは 日光、風雨等に對し之を保護し、又相當時間経過せるものは使用前水を加へずして之を練り返すべし。

如何なる場合と雖も 填充し終る前に凝結を始めたるコンクリートは之を使用すべからず。

(2) 運搬中又は 填充中に材料の分離を認めたる時は練り直して齊等のコンクリートとなすべし。

鉄筋コンクリート 構造物の型枠内に、コンクリートを 樋卸しにより 填充する場合には特に責任技術者の承認を受くる事を要す。

(3) コンクリートは型枠内に於て目的の位置に成可く近く 填充すべし。

(4) コンクリートは其表面が一區劃内に於て略水平面となる様 填充すべし。但し拱の如き場合は此の限りにあらず。

(5) 小なる断面を有する部材の型枠の高さ大なる場合には、型枠に投入口を設くる等適當の方法に依りコンクリートを 填充し、型枠又は 鐵筋にコンクリートの附着硬化するを防ぐべし。

(6) コンクリートは責任技術者の承認せる作業區劃を完了する迄連續して速に 填充すべし。

解 説

本條はコンクリートの打方に就て、特に注意すべき事項を列記したものである。

(1) に就て

コンクリート材料の分離を最小ならしむる運搬方法としては、今日の處、ベルト・コンベヤーが最も良い。

運搬されたコンクリートを直ちに填充しなければ、コンクリートが凝結を始める惧がある。如何なる場合でも凝結を始めたコンクリートは決して使用してはならない。又第二十九條に規定してある様に、假令之を練り返しても使用する事は出来ない。コンクリートは混合してから、温暖で、乾燥してゐる時季で1時間、低温で濕氣の多い時季で2時間位迄は、先づ凝結する心配はない。工事中には種々の事情で直ちに填充することが出来ない場合があるが、此の場合に以上の時間を経過しないコンクリートなら填充を許しても差支ない。然し此の経過時間中、暑い時にはコンクリートが急結しない様日光の直射を避け、又寒い時には温度が低下し或は氷結しない様風當りを防ぐ事が必要である。又混合してから相當時間の経過したコンクリートは、材料の分離を起して居るから、使用前水を加へずに練返すことが肝要である。

(2) に就て

コンクリートの材料、配合、使用水量、運搬、填充等に周到な注意を拂つても、コンクリートは、材料の分離を生じ易いものである。故に材料の分離を認めた時は填充の際に充分練り返して、等齊なコンクリートを得る様注意すべきである。樋卸しで運搬するコンクリートは、殊に、材料の分離を生じ易い。故に樋卸しで運搬したコンクリートを直接型枠内に填充する事は、極く特別の場合の外、許さない方が安全である。それで樋卸しによる填充は技術者が差支へなしと認めた場合に限り許すことにしたのである。

(3) に就て

コンクリートを型枠内で目的の位置から遠い處に填充すれば、更に最後の目的の位置まで移動して搗固めする爲めに二度手間となる。此の場合單に流し送る様な悪い方法で移動すれば、材料が甚しく分離し、コンクリート表面に斜の縞が出来たりする患がある。故に目的の位置になるべく近く填充することが大切である。

(4) に就て

本項も、コンクリート材料の分離を防ぎ、等齊質のコンクリートを造るための大切な注意である。但しアーチの場合には、コンクリートの表面が成可く其の拱軸に直角な様に施工しなければならない。アーチのコンクリートを常にその填充層が水平になる様に施工して龜裂を入らした實例があるから、特に本項但し書で注意を與へたのである。

(5) に就て

断面が小で、高さが大きい柱などでコンクリートを上から填充すると、コンクリートが鉄筋に衝突して、コンクリート材料の分離を起し且つ鉄筋を移動せしめ易い。又型枠及鉄筋の上部に附着したコンクリートが硬化して、之が型枠及鉄筋の間にコンクリートが充分行き互るのを妨害する。故に斯くの如き部材のコンクリート填充には、型枠の中程の所に適当な投入口等を設けて、之等の悪影響を受けぬ様にすることが肝要である。之等の投入口は後に上部のコンクリートを填充する場合は充分密閉せねばならぬ。

(6) に就いて

施工接合は構造物の弱點となり易いから、出来る丈構造物全體を、施工接合なしの單一體に造ることが必要である。之が爲に、豫め定められた作業區劃は之を打ち終るまでコンクリートを連続填充しなければならぬ。

第三十三條 樋 卸 し

(1) 樋卸しに依りコンクリートを流下せしむる場合には、コンクリートの材料が分離することなく連続して樋内を滑る様設備をなすべし。

(2) 樋の吐口には受臺を設け一旦コンクリートを之に受けたる後、成可く練返して型枠内に填充すべし。

(3) 樋の傾斜は普通鉛直 1 に對し水平 2 の割合を適當とす。

(4) 斷續的に作業する場合には樋の吐口に漏斗を設け、一旦コンクリートを之に溜めて後填充をなすべし。

(5) 樋は其の使用の前後充分に水にて洗滌すべし。洗滌に用ひたる水は型枠外に排出すべし。

解 説

本條は樋卸しに依つてコンクリートの運搬をなす時に於ける注意事項を示したものである。樋卸しに依る運搬方法を用ひると、コンクリートの流下を良くするために、一般に使用水量だけを增加する様な悪い施工が行はれ易く、従つて不均一で強度の弱いコンクリートが出来易い惧がある。外國の示方書には此の缺點を恐れて、樋卸しの使用を禁じて居るものもある程である。故に此の方法を用ひる時には、粗雑な施工が行はれない様、特に、注意する必要がある。

(1) に就て

樋卸しを用ひる時には、コンクリートが之に適するウオーカピリチーを有すべきは勿論であるが、コンクリート材料が分離することなく、コンクリート全體として樋内を滑動する様に、設備並に構造各部の大きさを定めることが極めて大切である。

(2) に就て

充分の注意をしても、樋卸しで運搬されたコンクリートは、多少材料の分離を起して居るものであるから、之を直接型枠内に填充せず(第三十二條(2)参照)、樋の吐口に受臺を設けて、一練のコンクリートを一旦之に受け、更に混合しながら型枠内に填充しなければならぬ。

(3) に就て

樋の勾配が緩で、20度以下になると、コンクリートは都合よく流下しないで材料が分離する傾向がある。反對に勾配が餘り急であると重い粗骨材が先に落下して矢張り材料の分離が起る。普通鉄筋コンクリート工事に使用されるウオーカピリチーを有するコンクリートに對しては、樋の勾配を鉛直1に對し水平2の割合(約27°)にするのが、經驗上適當である。

(4) に就て

樋卸しで運搬されたコンクリートを受臺に受けて後直ちに使用しない場合、例へば此のコンクリートを更に手押車などで運搬する様な場合には、樋の吐口に漏斗を設け、一旦コンクリートを之に溜めてから使用しなければならない。之も材料分離の影響を避けるためである。

第三十四條 搗固め

- (1) コンクリートは填充中及其の直後、適當なる器具を以て充分に搗均し、コンクリートをして、鐵筋の周圍、型枠の隔々まで行き互らしむべし。
- (2) 薄き壁又は型枠の構造上搗均し困難なる箇所には、責任技術者の指示に従ひ填充後直ちに型枠の外側を輕打してコンクリートの落付きをよくすべし。
- (3) 硬練りコンクリートを使用する場合には一層の厚さを15cm以下に填充し、充分搗固めを行ふべし。

解 説

本條はコンクリートの搗固めに關する一般の注意事項を擧げたもので、解説する

程のこともないが(2)に就てのみ少しく説明することにする。

(2) に就て

薄い壁又は枠の構造上搗均しが困難な箇所に於て、コンクリートの填充後直ちに型枠の外側を軽く打つことは、コンクリートをして型枠の隅々にまで行き互らせ、表面に完全なモルタルの面を作らせるのに有効な方法である。然し餘り強く打つたりなどすると、型枠を變形せしめ、或は凝結を始めたコンクリートに害を與へる惧れがあるから、責任技術者は其の方法を指示する必要がある。

第三十五條 打 足 し

既に硬化せるコンクリートに接して新規のコンクリートを打足す場合には、其の填充に先立ち型枠を締直し、硬化せるコンクリートの表面を責任技術者の指示に従ひて粗にし、レイタンス及雜物を完全に掃除し、過剰ならざる程度に充分に潤すべし。次にコンクリート面にセメント糊狀體又は配合よきモルタルを塗り付け、之が凝結し始めざる前にコンクリートを填充し舊コンクリートと密着する様施工すべし。

解 説

コンクリートの填充を中止して居る間に、型枠は、その膨脹收縮其他の原因で多少の變形を生ずるものであるから、多くの場合、打足し前に型枠の締直しをする必要がある。又堰板に附着硬化したモルタルなどの掃除もしなければならない。

硬化したコンクリートと新コンクリートとを附着せしめるには、少くとも舊コンクリートの表面を綺麗に掃除し、充分水を吸収せしめることが必要である。但し新コンクリートを填充する時に、舊コンクリートの面に水の層がない様に注意を要する。コンクリート表面に出來たレイタンスを、打足しの際に除去するのは、困難であるから、中止後、なるべく早く、之を取り去るのが適當である。硬化したコンクリートの表面を粗にすれば、新舊コンクリートの附着が非常に確實になる。硬化したコンクリート表面を粗にするのに種々の方法があるが、何れによるかは構造物の種類、接合の所要水密程度等に関係することであるから、責任技術者は之を指示する必要がある。

以上の方法によつて仕上げた硬化コンクリート面に、セメント糊狀體又は配合の良いモルタルを塗り付け、之れが凝結し始める前に、新コンクリートを打つて、兩者が充分密着する様に搗固めを行へば、完全な接合が得られる。

第三十六條 寒中コンクリートの施工

- (1) コンクリートの温度は填充の際 5°C 以上 50°C 以下たるべし。
- (2) 氷結せる材料は其儘之を使用すべからず。
- (3) 氷結気温に於てコンクリートを施工する時には、コンクリート填充後 72 時間以上若くはコンクリートが充分硬化する迄、少く共気温を 10°C に保たしむる爲め適當の手段を講ずべし。
- (4) 材料の加熱方法及保護方法に就ては責任技術者の承認を受くべし。
- (5) 鉄筋コンクリートに於てはコンクリートの氷結を防ぐ爲め鹽、其他の薬品を混入すべからず。
- (6) 氷結に依りて害を受けたるコンクリートは之を除去すべし。

解 説

(1) に就て

コンクリートが填充される時の其の温度が 5°C 以下であると、凝結硬化が甚だ遅いのみならず、急に気温が低下する時にコンクリートが凍結する惧がある。

寒中コンクリートの場合には、骨材及水を熱して填充の際に於けるコンクリートの温度を高めて施工することが多い。此際コンクリートの温度が 50°C 以上になると、セメントが急結してコンクリートに害を及ぼす惧がある。故にコンクリートの温度(空気の温度ではない)は、填充の際 5°C 以上 50°C 以下と規定されたのである。

(2) に就て

之は第十八條 (2) に與へられた注意と同じである。

(3) に就て

経験に依れば、酷寒の際でも、コンクリートを填充してから最初 3 日間も都合よく硬化させれば、其後は餘り被害がない。それで 72 時間、若しくはコンクリートが充分硬化する迄コンクリートが冷却しない様に、之を覆ひ其内部を温める等、適當の方法に依り、コンクリート周囲の気温を絶えず 10°C 以上に保つことを規定したのである。

(4) に就て

骨材及水を熱するに種々の方法があるが、此の際材料を過熱したり第 (1) 項で禁じた 50°C 以上のコンクリートを作つたりする危険が多いから、其の方法に關しては責任技術者の承認を要することにしたのである。特に規定してはないが、材料

ばかりでなく出来上つたコンクリートが運搬及填充中に冷却しない爲めの保護方法に就ても、責任技術者としては、指示監督をする必要がある。

(5) に就て

無筋コンクリートでは、コンクリートの凍結温度を低下する爲めに、水に食鹽又は鹽化カルシウム等を溶かして用ひることがあるが、鐵筋コンクリートでは、斯くの如き鹽類を使用することは鐵筋を腐蝕せしめる惧れがあり、又、電流の作用を受け易くする危険があるから、此の使用を禁止するのである。

(6) に就て

氷結に依つて害を受けたコンクリートは除去しなければならないが、其の被害程度は責任技術者の判断に俟たねばならぬ。

第二節 養生

第三十七條 養生

- (1) コンクリートは填充後、過早の乾燥、温度、之に加はる荷重及撃衝等の有害なる影響を受けざる様充分に保護すべし。
- (2) コンクリートの露出面は藎、布、砂等を以て之を覆ひ、之に撒水して尠くとも7日間常に濕潤状態を保たしむべし。
堰板乾燥の虞れある時は之にも撒水すべし。
- (3) 養生日數に就ては責任技術者の指示に従ふべし。

解 説

コンクリートを打ち終つてから、之を保護して、其硬化作用を充分に發揮せしめると同時に、コンクリート填充後直ちに乾燥等の影響に依つて生ずる龜裂及コンクリートの硬化に際して生ずる收縮のために鐵筋コンクリート部材に生ずる初應力等を出來る丈僅少ならしめんとする作業をコンクリートの養生と云ふのである。

コンクリート養生の作業は

- (A) 霜、日光、風及大雨等に對してコンクリートの露出面を保護する事
- (B) コンクリートが充分硬化する迄撃衝及過分の荷重を加へざる様保護する事
- (C) コンクリートの硬化中相當の温度に保つ事
- (D) 硬化中に充分なる濕氣を與へる事等である。

本條 (1) は以上の意味を簡単に示したものである。

コンクリートの養生作業の中で、普通の場合には、コンクリートが過早の乾燥をしない様に、硬化中に充分の濕氣を與へることが最も大切である。

そこで、(2) に於て、之がために使用さるべき普通の方法と、濕潤状態に保つべき日數とを規定した。

尙ほ堰板が薄いか、炎暑の際で堰板が乾燥する恐れのある時には、堰板にも撒水するが好いと云ふ注意も與へてある。

養生中適當の溫度に保つこと、撃衝及過分の荷重を加へない様に保護すること等に就ては、現場の状況によつて本示方書に一々之を記載することは餘り煩雜であるから、責任技術者の判断に依るべしと規定したのである。

第三節 接 合

第三十八條 總 則

設計又は施工計畫に依りて定められたる接合の位置及構造は之を嚴守すべし。

解 說

設計又は施工計畫で定められた鉄筋コンクリート構造物に於ける接合の位置及構造は、計算假定の成立、施工の安全、構造物の所要安全度等を考慮して特に設計者が決定したものであるから、構造物の他の部分と同様、現場の都合などで、決して濫りに變すべきものではない。

第三十九條 施工接合

(1) 設計又は施工計畫に指示せられざる施工接合を設くる場合には其の位置、方向及施工は構造物の強度及外觀を害せざる様注意すべし。

水平なる施工接合に於けるコンクリート表面は作業を中止したる時、レイタンスを除去し表面を充分粗にすべし。又必要なる場合には楔又は柄を作るか、或は接合の面に直角に鐵筋材を挿入すべし。

(2) 水平なる接合に於てレイタンスの發生を防ぐ爲め、コンクリートの填充を終りたる後接合に於ける過剰の水を排除すべし。

(3) 梁、桁又は版が壁又は柱と單一體として働く様設計せられたる場合には、

壁又は柱のコンクリートの収縮又は沈下に備ふる爲め、其の施工後 4 時間以上、其の他の場合には 2 時間以上を経過したる後に非ざれば、梁、桁又は版のコンクリートを填充すべからず。

解 説

(1) に就て

本條(3)項に示された施工接合を設ける特別の場合の外は、一般に施工計畫に指示されない施工接合を作らぬ事を原則とする。然し、現場の都合で、施工接合を設けなければならぬ場合には、責任技術者の指示に従はなければならない。施工接合に於けるコンクリートの施工法は第三十五條の規定に準すべきである。

(2) に就て

コンクリートの配合及使用水量に周到な注意を拂つても、鉄筋コンクリート用のコンクリートでは、其填充を終つた時、表面に相當の水が出て來るのが普通である。之はレイタンスの出來る原因となるから、過剰の水は取り去らなければならない。若しレイタンスが出來たら成可く早く之を取り去るべき事は第三十五條の解説に述べた通りである。

(3) に就て

コンクリートは填充し終つてから後、數時間の間に、材量の分離、沈下のために可成りの収縮をなすものである。

其の収縮の量は、打つたコンクリートが深い程、又填充が迅速である程大である。故に、壁又は柱のコンクリートの填充を終つて後、直ちに桁又は版のコンクリートを打つと、壁又は柱のコンクリートが収縮するために、柱又は壁と桁又は版との間に空隙の出來る惧がある。

コンクリートを填充してから大約 2 時間以上経てば、コンクリートは相當に沈下収縮するから、柱又は壁のコンクリート填充後 2 時間以上経過した後に、版又は桁のコンクリートを打てば、柱又は壁と、版又は桁との間に空隙を生ずる惧は先づない。併し、單一體として働く様設計された構造物は、此點につき充分な安全度が必要であるから 4 時間以上と規定した。

かくて充分の収縮を待つて後、充分な施工接合を作る必要があるのである。

第四十條 柱 に 於 ける 施 工 接 合

柱に於ける施工接合は床組の下側に設くべし。

ハウチ及柱頭は床組の一部とし且つ床組と連続的に働くものと考えべし。

解 説

柱に於ける施工接合はこれを柱の高さの中央附近に設けると、柱の強度を減ずる惧れが大であるから、床組の下側に設くべきである。柱が床組と単一體になつて居る場合のコンクリートの填充は、前條(3)の規定によらなければならぬ。

ハウチ及柱頭擴大部に於けるコンクリートは、比較的深さが小で、直接型枠で支へられて居るから、柱體のコンクリートと一所に收縮或は沈下をすることが出来ない。故にハウチ又は柱頭は、床組の一部として、之と連続的に填充するのが至當である。

第四十一條 床に於ける施工接合

床組に於ける施工接合は梁、桁又は版の徑間中央附近に設くべし。但し梁が其の徑間中央に於て桁と交叉する場合には、梁の接合を桁の幅の2倍の距離丈距て、設くべし。

責任技術者の指示ある場合には鐵筋を使用し剪應力に對して相當の補強をなすべし。

解 説

本條は床組即ちフロー・システムに於ける施工接合である。桁又は版の徑間の中央附近に施工接合を設ける理由は、普通此の部分は剪應力が小さく、壓應力が鉛直な接合面に直角に働き、施工接合を設けても、桁又は版の強度を減ずることが少いからである。併し桁の徑間中央部に小桁が交叉して居る場合には、應力の急變する位置に接合が來るのを避けるために、小桁の幅の2倍位離れた處に接合を設くることにしたのである。尚ほ剪應力が大きな所に施工接合を作る時は、鉛直な接合面に對して、傾斜せる鐵筋を挿入すべきである。

第四十二條 伸縮接合

伸縮接合に於ては鐵筋を連續せしめず相接する構造物の兩部を絶縁すべし。露出せる伸縮接合には必要に應じ責任技術者の承認を得たる 填隙材を挿入すべし。

解 説

本條は施工接合と異り兩施工部分を分離せしめる場合の接合である。即ち伸縮接合で、相接する構造物の兩部を完全に絶縁する事は其の目的から考へて當然なことだが、時々誤つてコンクリート丈を絶縁して、鐵筋を連続することがあるから、特に注意したのである。又伸縮接合に於て相接する構造物の兩部は、成可く別々の柱又は壁で支持するのがよい。

露出せる伸縮接合の間隙を其儘にしておくと、其の間に土砂等が入り込むで、伸縮接合の作用を妨げる心配があるから、必要に応じて適當な填隙材を用ひなければならぬ。

第四十三條 滑り面接合

滑り面接合に於けるコンクリートの受け面は平滑に仕上げ、硬化後責任技術者の指示に従ひ適當なる絶縁材を置き上部のコンクリートを打つべし。

解 説

滑り面接合を作る簡単な方法は、コンクリートの受け面を平滑に仕上げ、接合の面にアスファルト又は之に類似のものを塗るか、或は防水紙又はアスファルト・フェルトの類を面に釘付けにして後に、他の部のコンクリートを打つのである。

第四十四條 水密施工接合

施工接合が水密なるを要する場合には次の方法に依りて施工すべし。

(1) 水平接合に於ては下部のコンクリート面に連続せる溝を造るべし。但し之に依り難き場合には責任技術者の指示に従ひ、本條(2)の方法に依る事を得。次のコンクリート填充に先立ちコンクリート面を充分清掃し、レタンス及雜物を完全に除去し、過剰ならざる程度に充分濕潤し、セメント糊狀體を塗り付け其の凝結前、接合の全面にモルタルが充分行き互る様施工すべし。

(2) 鉛直接合は責任技術者の指示に従ひ銅板其の他腐蝕に耐え得る金屬製の水止めを使用し前項に準じて施工すべし。

解 説

本條は特に水密を要する施工接合の構法に就て規定したもので、コンクリート

の施工に就ては第六十條の規定を遵守すべきである。

尚ほ本示方書には水密伸縮接合に就ては、その構造が複雑で簡単に示し得ないから言及して居らない。

第八章 鉄筋工

第四十五條 掃 除

(1) 鉄筋は組立に先立ちて清掃し浮鏽、其の他コンクリートとの附着力を減ずる虞れあるものは之を除去すべし。斷面積不足と認めらるゝ鉄筋は之を使用すべからず。

(2) 鉄筋組立後長時日を経過したる場合には、コンクリートの填充に先立ち再び鉄筋の検査をなし必要に應じ之を清掃すべし。

解 説

(1) に就て

鉄筋は之を組立てる前に掃除しなければならない。槌で叩くとぼろぼろ剝落する様な浮鏽や、表面に附着した泥、油、ペンキ等、凡て鋼とコンクリートとの附着を妨げる恐れあるものは、完全に取去らなければならぬ。

如何なる原因にせよ責任技術者が斷面不足と認めた鉄筋は使用してはならない。

(2) に就て

鉄筋組立後長時日を経過したる場合には、鉄筋が錆びたり、その位置が移動したりして居る事があるから、コンクリートの填充に先立つて、再び鉄筋の検査をなし、又汚れて居れば掃除する事が必要である。

第四十六條 鉄筋の加工

(1) 鉄筋は設計に示されたる形状及寸法に正しく一致せしむる様、材質を傷けざる方法に依り加工すべし。

(2) 設計に示されざる場合鉄筋を曲ぐる場合には、其の端に於ては鉄筋最小寸法の 1.5 倍以上、曲鉄筋の曲點に於ては 10 倍以上の半径を有する圓形の型を用ふべし。

(3) 加熱して曲ぐる場合には其の全作業に就て、責任技術者の承認を受くる

事を要す。

- (4) 設計に相違せる屈曲又は急曲を有する鉄筋は使用すべからず。

解 説

(1) に就て

本項は鉄筋の加工に對して大切な一般的注意である。

(2) に就て

鉄筋の端を鉤形に曲げる時の直徑が設計圖に示してない場合には、尠くとも、鉄筋の材質を害さない程度の直徑に曲げなければならない。之れには、鉄筋を其の最小寸法の3倍以上の直徑を有する型の周りに曲げれば安全である。又曲鉄筋の曲點に於て、鉄筋が餘り小さい直徑の圓弧に曲げてであると曲點に於けるコンクリートが過大な壓應力のために破壊する惧れがある。此の場合鉄筋を其の直徑の10倍以上の半徑を有する圓弧に曲げれば安全である。

(3) に就て

鉄筋を加熱して曲げる必要のあるのは、鉄筋の直徑が40mm内外もある様な場合である。此の場合加熱の溫度が高すぎると、その材質を害する惧れがあるから、それを防ぐために、加熱の全作業に就て責任技術者の承認を受ける事にしたのである。

(4) に就て

鉄筋の直線部は眞直でなければならない。若し製造、運搬、加工等の間に出來た屈曲、急曲等が、充分直せなければ、斯かる缺點ある鉄筋は使用してはならない。

第四十七條 鉄筋の組立

(1) 鉄筋は正しき位置に配置し、コンクリート填充の際に位置を變ぜざる様充分堅固に組立つる事を要す。之が爲め必要ある場合には適當なる組立鉄筋を使用すべし。

(2) 鉄筋の交叉點は直徑0.9mm以上の燒鈍鋼線又は適當のクリップに依りて緊結すべし。

(3) 鉄筋と堰板との間隔はモルタル塊、鐵座、吊金物等に依りて正しく保持せしむべし。

解 説

(1) に就て

鐵筋を設計圖に示した通り正しい位置に固定し、コンクリート填充の際に少しも移動しない様にする事は、極めて大切である。鐵筋の位置が僅か移動しても、鐵筋コンクリートの強度に大きい影響を及ぼすのみならず、鐵筋保護としてのコンクリートの被厚を減じて、鐵筋コンクリートの耐久性を減ずる結果となる。だから、必要に応じて組立鐵筋（第二條解説参照）を用ひなければならない。組立鐵筋は、鐵筋の位置を固定する爲めに必要なばかりでなく、組立を容易ならしめる點からも有効である。従つて之は當然設計圖に示すべきものであるが、計算で求められる主鐵筋でないために、往々忘れられることがある。現場施工者として、此點は充分注意を要する。

(2) に就て

鐵筋相互の位置を固定するためには、鐵筋の交叉點を鐵線で結び付けるのが普通である。之に用ひる鐵筋の直徑は最小 0.9 mm に規定されて居るが、成可く太いものを用ひるのが良い。鐵線を焼鈍せば軟くなるから、使用に便である。比較的太いものを用ふれば、作業が確實に容易に出来る。

鐵筋の交叉點を固定するために種々の形の金物が考案されて居り、米國では大分用ひられて居る。

(3) に就て

鐵筋と堰板との間隔を正しく保たせるためには、コンクリートのモルタルと同じ配合のモルタルで作つた棒形、圓弧形及環形等のモルタル塊（其厚さは鐵筋と堰板との間隔に等しくする）を鐵筋の支へに用ふるのも一法である。然し大きな桁などに於ては、桁の抗張側にモルタル塊が残ることは面白くないし、又型枠の掃除及コンクリートの行き互りにも妨害となるから、この場合には、鐵筋を、版の型枠等で支へた棒などから吊る方が適當である。

鐵筋と堰板との間隔を正しく保たせるために考案された種々の金物即ち鐵座があるが、日本では未だ餘り用ひて居らぬ様である。

第四十八條 鐵筋の繼手

鐵筋の繼手は次の方法に據るべし。

- (1) 抗張鐵筋には成可く繼手を避け、之を設くる場合には相互にずらし一斷面に之を集中せしむべからず。又應力大なる部分に於ては繼手を設くべからず。
- (2) 抗張鐵筋の重ね繼手は先端を半圓形の鈎に曲げ、鐵筋直徑の 30 倍以上重ね合せ、直徑 0.9 mm 以上の焼鈍鋼線にて數箇所緊結すべし。

(3) 抗張鉄筋の銲接継手には効率確實に 80% 以上なる方法を採用し、50% 以上の断面を有する附加鉄筋を併用すべし。附加鉄筋の重ね合せ長さは其の直径の 60 倍以上とし両端には半圓形の鈎を設くべし。

(4) 將來繼足しの爲め鉄筋を露出し置く場合には之が腐蝕せざる様相當の保護をなすべし。

解 説

(1) に就て

抗張鉄筋に於て、成可く継手を避ける理由は明白である。現今は、相當大量でさへあれば、随分長い鉄筋でも、比較的容易に之れを手に入れることが出来る。長さ 30 m 餘の鉄筋を曲げずに鐵道で運搬した例もある。

継手を作る必要ある場合には、大なる張應力を受ける箇所、例へば、桁の中央附近を避けるが當然で、又之を一断面に集中してはならない。継手を一断面に集中すると、其の断面が弱くなり、又重ね合せ継手を用ふる時にはコンクリートの填充が非常に困難になる。だから、継手は、面倒でも、互にずらして、一箇所に継手が集まらぬ様にしなければならない。

(2) に就て

本項に規定した重ね合せの長さに対する 30 倍と云ふ數字は、種々の事情を考慮して定めた最小長さであるから、出来れば 40 倍以上とするのが安全である。尙ほ、太い鉄筋の重ね合せ継手に関しては、餘り實驗記録がなく、未だ其効果が明らかでない。故に太い鉄筋の重ね合せに就ては、特に安全度を大にする方がいい。重ね合せの部分に鐵線で緊結するのは、鉄筋の位置を保たせる目的であるから、充分しつかり緊結するのはいいが、あまり多く鐵線で捲きつけるのは、鉄筋の周圍へモルタルが回り悪くなり、コンクリートと鉄筋との附着強度を減じ、従つて継手の強さを減ずることになるから注意を要する。

(3) に就て

本項の銲接は主として電氣銲接を目安として居るのである。抗張鉄筋の銲接は、之迄種々の不安があるとの理由で、其の使用が禁止されて居つたのであるが、近來は電氣銲接が非常に進歩したから、必ずしも其の使用を禁ずる必要はなくなつて來た。本項は熔接継手を使用する場合に、充分安全と考へられる標準の方法を示したものである。

第九章 型 枠

第四十九條 總 則

(1) 型枠は設計に示されたるコンクリートの位置、形状及寸法に正しく一致せしめ、堅牢にして荷重、乾濕等に依りて狂ひを生ぜざる構造となすべし。又其の形状及位置を正確に保たしむる爲め適當の施設をなすべし。

(2) 型枠は容易に且つ安全に之を取外し得られ、其の繼手は成可く鉛直又は水平とし、且つモルタルの漏出の虞れなき構造となすべし。

解 説

(2) に就て

(1) 項に規定せる様に、型枠は、實際上變形を起さない程度に堅牢のものでなければならないから、型枠の各部を出来る丈け確固に固定する事が必要であるが、之と同時に、型枠取外し作業が、構造物に振動、撃衝を及ぼしたり、或は堰板を破損したりすることなく、靜かに、安全且つ容易に行はれ得る様な構造としなければならない。取外しが容易に出来ることは、型枠を反覆使用する上からも必要である。堰板の繼手が水密でないと、使用水量の多いコンクリートでは、コンクリートの一部が砂又は砂利のみになつてしまふ危険がある。型枠各部（主に堰板）の繼手を鉛直又は水平にすることは、型枠を正しい位置、形状及寸法に作り、且つ堰板の繼手を水密にする作業を容易ならしめる上から大切である。

第五十條 堰 板

(1) 木材堰板には死節其他の缺點なきものを使用し、そのコンクリート露出面に接する表面は平滑に鉋仕上げをなすべし。但し粗面に於て差支へなき露出面に對してはこの限りに非ず。

(2) 一度使用したる堰板は、再び之を使用するに先立ちコンクリートに接する面を清掃すべし。

解 説

(1) に就て

木材堰板には死節其他の缺點なきものを使用し、そのコンクリート露出面に接する表面を平滑に鈎仕上げすることは、コンクリートと堰板との附着を防ぎ、コンクリートの露出面を平滑で完全なモルタル面とするために必要である。

(2) に就て

一度使用した堰板の面には必ず多少のモルタルが附着して居るから、之が再用に先立ち、其の面を綺麗に掃除し、必要あれば、之れに塗油しなければならぬ。

第五十一條 型枠及支保工

型枠及支保工は充分なる支持力を有することを要す。重要なる型枠及支保工に對しては強度計算を行ふべし。特に支柱は沈下せざる様、其の受くる荷重を適當なる方法に依り地盤に一樣に分布せしめ、又長さ大なる場合には繫材及筋違を設くる事を要す。

解 説

第四十九條 (1) の規定通り、型枠が實際上變形移動を生じないものであるためには、充分な支持力を有することが必要である。

普通型枠及支保工の設計は、經驗から各人勝手に標準で定めて居るが、重要な型枠及支保工は、安全を期するために、其の強度と變形とを計算上からチェックして見る必要がある。支柱を直接弱い地盤で支へると沈下し易いから、適當の方法で支柱からの荷重を地盤に分布しなければならない。支柱の長さが大である場合には、バツクルしない様に、繫材及筋違等で固定することが肝要である。

第五十二條 組 立

(1) 堰板を締付くるには成可くボルト又は棒鋼を使用すべし。之等の締付材は、型枠取外し後コンクリート仕上げ表面より 2.5 cm の間に殘存せしむべからず。鐵線を締付材として使用する場合には責任技術者の承認を受くべし。

(2) 支承、支柱及假構等は、楔、砂箱、扛重器等にて支へ、振動、撃衝等を與ふる事なく徐々に型枠を取外し得る様にすべし。

(3) 必要ある場合には型枠に適當なる反りを附すべし。

解 説

(1) に就て

堰板を正確に、充分締め付け、施工中に狂ひを起さない様にする爲めには、締付材としてボルトを用ひるのが適當である。鐵線を締付材として使用する利益は、只工費の節約だけで、一面缺點も多いから、其の使用は責任技術者の承認を受けることにしたのである。締付材として用ふるボルト又は鐵線の端が、工事完成後コンクリートの表面から出て居ると、これから水分を誘つたり、之が錆びてコンクリート表面に汚點を生じたり、或はコンクリートに龜裂を生ぜしめたりする惧れがあるから、コンクリート面に出ない様に取去り、其の際出來たコンクリート面の穴は、モルタルで埋めて置く必要がある。此の埋める穴の深さが餘り淺いと、モルタルが剝落するから、2.5 cm と云ふ數字を定めたのである。

(2) に就て

型枠は、第四十九條の解説にも述べた通り、其取外しに際し構造物に振動、撃衝を及ぼす事なく、其の作業が極めて靜かに、安全且容易に行はれ得る様に、組立てなければならぬ。之が爲めには、支承、支柱及センターリング等は、楔、砂箱、扛重器等で支へることが必要である。尙ほ、之等の楔、扛重器等は、型枠を正しく据え、位置の修正をなし、又適當な反りを與へる爲めにも必要である。

(3) に就て

型枠は、充分堅牢に作り填充コンクリートの重量などで、實際上狂ひがない様な構造とするけれども、全然撓度なしに造れるものではない。又工事の種類に依つては、型枠の相當な撓度を覺悟しなければならない場合もある。だから、必要に應じて適當の反りを附さなければならない。

第五十三條 面 取

特に指定なき場合には、型枠の隅角に面取をなす爲め適當の三角材を取付くべし。

解 説

型枠の隅角に面取をなすことは、美觀上のみならず、型枠取外しの際及竣工後撃衝に依る隅角の破損を防ぐためにも有效である。

第五十四條 塗 油

- (1) 型枠の内側に塗る油は汚色を残さざる鑛油又は責任技術者の承認を受けたるものを使用すべし。
- (2) 油は鉄筋の配置前に塗布すべし。

解 説

(1) に就て

木製の堰板に塗油するのは、堰板とコンクリートが附着するのを防ぐために有效なばかりでなく、堰板が水を吸収して膨脹するために生ずる型枠の歪を防ぐにも効果がある。鐵製の堰板には是非塗油しなければならない。堰板の塗油に使用される油には、重油、鑛油、石油とリンシード油との混合物等がある。之等の内のどれが適當であるかは、工事の種類によることであるから、責任技術者の承認を受けたものを使用しなければならない。

(2) に就て

型枠内に鐵筋を配置してから、堰板に塗油すると、其の作業中に鐵筋に油がついて、鐵筋とコンクリートとの附着を妨げる。コンクリートを打つ迄に、塗つた油が可成り乾いて居ないと、油がコンクリート中に流れ込む恐れがある。

第五十五條 一時的開口

柱及壁の型枠底部其の他必要なる箇所には一時的開口を設け、型枠の掃除、検査及コンクリートの填充に便ならしむべし。

解 説

第三十一條(2)の規定通り、特別の場合の外は、コンクリートを打つ前に型枠の内部を壓力ある水で掃除し、堰板を充分濕すことが必要である。此の汚水を流すためと、又、型枠及鐵筋配置の検査を容易にする爲めに、柱、壁などの型枠の下部又は大きな桁の底板等に、豫め適當な大きさの孔をあけて置く必要がある。勿論此の孔は、愈々コンクリートを打つ時に塞ぐのである。

又第三十二條(5)の解説に述べた通り、小さい断面を有する部材の型枠の高さが大きい場合には、型枠の適當の箇所に投入口を設けて、コンクリート填充の際、

型枠又は鉄筋にコンクリートの附着硬化するのを防ぐ必要がある。之も一種の一時的開口である。

第五十六條 型枠の取外し

(1) 型枠はコンクリートが相當硬化する迄之を存置すべく、責任技術者の承認を得るにあらざれば、之を取外すべからず。

(2) コンクリート填充後型枠取外しに到る期間は、気温、天候、使用セメントの性質、構造部分及其の寸法等を考慮し適當に之を定むべし。

大體の標準は第四表に依るものとす。

第 四 表

気 温	側面の型枠	柱類の型枠	床版の底面の型枠	支間6m未満の桁、拱及ラーメン床版の型枠	支間6m以上の桁及拱の型枠
最低温度 15°C 以上の場合	2 日乃至 3 日	4 日乃至 6 日	6 日乃至 9 日	10 日乃至 15 日	14 日乃至 21 日
最低温度 3°C 以上の場合	3 日乃至 6 日	6 日乃至 10 日	9 日乃至 14 日	14 日乃至 21 日	18 日乃至 28 日

コンクリート硬化中、最低温度 3°C 以下となりたる場合には、其の一日を半日に換算して型枠存置期間を延長せしむべし。気温 0°C 以下に下る場合には適當なる防寒装置を施すべし。

(3) 工事中餘分の荷重を受くる部材に於ては、適當なる支柱を設け、該部材の荷重及施工中に加ふる荷重を支持せしめ、該部材が之等荷重の爲めに害せらるる事を防ぐべし、斯かる支柱は部材が其の重量及び其の上に来る荷重を負擔するに充分なる強度を得る迄之を存置すべし。

解 説

(1) に就て

型枠はコンクリートが相當硬化して之が壓力を受けなくなる迄、之を存置するのが原則である。特に所謂センターリング、即ち假構は鉄筋コンクリート部材が充分な強度に達して安全に其重量及其上に来る荷重を負擔出来る迄、之を取外してはならない。型枠取外しの時期を誤つたために、災害を惹起した例は甚だ多いから、型枠取外しについては、是非責任技術者の承認を受けなければならぬ。重要な工事に於ては、責任技術者は、自から現場に於てコンクリート硬化の程度を調査して後に、型枠取外しの承認を與ふべきである。

(2) に就いて

型枠は、コンクリートの抗圧強度を増し、固有初應力及構造物全體としての初應力(第六十九條(2)の解説参照)を減少し、收縮龜裂の發生を防ぐ上から、事情の許す限り永く、之を存置することが必要である。併し、型枠を存置すべき最小期間は、(1) 使用セメントの性質、(2) コンクリートの配合及使用水量、(3) 構造物の種類と其の重要な程度、(4) 部材の種類、(5) 部材の受ける荷重、(6) 部材の大きさ、(7) 養生中の温度、(8) 養生中の天候及風通し等の諸事情に關係するから、その決定は非常に複雑な問題である。従つて之について、一定の規則を與へることも甚だ困難である。だから、本示方書では責任技術者の判断に依ることを原則とし、極く大體の目安を與へる爲に第四表を規定した。

然し何等の理由なくたゞ堰板の經濟、施工の手間の都合から型枠取外しを急ぎたがるものであるから、夫等に對しては第四表がよい規準とならう。第四表中のラーメン床版と言ふのは桁なしに版のみでラーメン部材を構成した、例へば函溝渠の版などを指すのである。尙ほ第四欄及第五欄の型枠とは堰板でなく假構を指すのである。

(3) に就いて

型枠を取外すには、一般に全體を同時に取外さずに、比較的荷重を受けない部分を先づ取外し、相當期間を置いて構造物が計畫した強度に達するのを待ち、残りの重要な部分を除去しなければならない。工事中に加へられる餘分の荷重及部材の重量を支持するために設けらるゝ支柱等は、最後まで之を存置して、部材が自己の重量及之に加はる荷重を安全に負擔しうる強度に達する迄は除去してはならない。

第十章 鐵筋の保護として必要なるコンクリートの厚さ

第五十七條 普通の場合

(1) 鐵筋の保護として必要なるコンクリート被厚は最も外側の鐵筋表面よりの厚さ、版の下側に於て 1 cm 以上、桁にありては 1.5 cm 以上、柱にありては 2 cm 以上とす。

但し寸法大にして重要なる構造物、若くは風雨に曝さるゝものにありては、上記の厚さは孰れも 1 cm 宛増加せしむべし。

(2) 煤煙、乾濕、鹽分等の有害なる影響を受くる虞れある部分を、特に有効なる被覆材料を用ひて保護せざる場合には、コンクリート被厚を第一項の寸法に更に 2 cm 以上を加へたるものとすべし。

(3) 床版上面若くは柱等にて損傷及磨耗の虞れある部分は、其の寸法を、應力計算上必要なるものよりも 1 cm 以上厚くすべし。

解 説

鉄筋の周囲をコンクリートで充分包むことは、(1) 鉄筋がコンクリートに充分附着するため、(2) 風雨及濕氣のために鉄筋の錆びるのを防ぐため、(3) 火災に對して鉄筋を保護するため等に必要である。充分な附着強度を得るために必要なコンクリートの被厚を計算することは困難であるが、風雨、濕氣及火災等に對して充分安全な被厚をもたせれば、附着強度に對しても充分安全だど一般に認められて居る。鉄筋防錆のために、必要なコンクリートの被厚は、主として、コンクリートの耐水性の大小、表面仕上げの程度及構造物が風雨に曝される程度等を考慮して定められるものであるが、本示方書に依つて設計施工するコンクリートであれば、普通の場合、本條に規定した被厚で、充分安全である。

第五十八條 耐火構造の場合

(1) 特に構造物を耐火構造として造る場合には、安山岩若くは石灰石程度の膨脹率を有する骨材を用ひ、コンクリート被厚は版及壁に對して 2.5 cm 以上、桁及柱に對して 5 cm 以上とすべし。又若し花崗岩の如き骨材を用ふる場合にはコンクリートの被厚を上記より更に 2.5 cm 増加せしめ約 2.5 cm の深さに鐵網を入れて補強すべし。

(2) 高熱に曝さるゝ煙突内面の如き場合には、特殊の裝置を設くるか、又はコンクリート被厚を相當厚くすべし。

解 説

防火の目的に使用するコンクリートの粗骨材としては、石灰石、玄武岩の様な膨脹率の低いものが良い。石英を主成分とする砂利又は花崗岩は、石英の膨脹が大きいため、高熱を受けると、コンクリートが破壊崩落して、鉄筋保護の目的を達することが出来ない。だから、之等の石材は猛火を受ける恐れある所には使用しない

が良い。安山岩若くは石灰石程度の膨脹率を有する骨材を使用した場合に、鉄筋保護としてのコンクリート被厚を、版及壁に對して 2.5 cm 以上、桁及柱に對して 5 cm 以上とすれば、充分鉄筋保護の目的を達し得る事は從來實驗上及實地火災の經驗から證明されて居る。然し、已むを得ない事情で、花崗岩の如き骨材を用ひるときには、被厚を増加する許りでなく、コンクリートが破壊、崩落して鉄筋が露出するのを防ぐため、鐵網を入れる事が必要である。

高熱に曝される煙突内面の如き箇所は、勿論特別にコンクリート面を保護する必要がある。

尙ほ本條に『特に構造物を耐火構造云々』とあるのは、所謂耐火構造とすると云ふ軽い意味でなく、鉄筋コンクリートは元來所謂耐火構造であるが、特に猛火に襲はるゝ恐れある建物（例へば倉庫）とか特に重要な建物で、火災に逢ふとも構造物の強度としては殆ど何等の損傷、弱點を作らない様にしたいと云ふ、重い意味の特殊の耐火構造を指すのである。

第五十九條 海中に於ける場合

海中に於ける鉄筋コンクリート構造物に於ける鉄筋の保護として必要なるコンクリート被厚は第六十四條の規定に依るべし。

解 説

第六十四條解説参照

第十一章 防 水

第六十條 總 則

水密を要するコンクリートは、其の材料の撰擇、配合、使用水量、ウオーカピリチー、填充、養生、其の他の作業に關し、總て本示方書の規定を嚴守して製作すべし。

解 説

水密なコンクリートを造る確實な方法を一言で云へば、本示方書の材料、配合、使用水量、ウオーカピリチー、混合、填充、養生其の他に關する規定を嚴守すると云ふ事に歸するのである。

第六十一条 防水剤の混和

特に責任技術者の承認を得るにあらざれば、防水剤を混入すべからず。

解 説

前條の解説で述べた如く、本示方書に規定せるコンクリートの施工法を厳守するだけで、コンクリートそれ自體を耐水的にする事が出来るのである。だから、本示方書では、水密を要するコンクリートを作るのに、防水剤を使用しない事を原則とし、若し防水剤を混入する必要があるれば、混和物の種類、混和量其他に就て、責任技術者の承認を受けることにしたのである。

第十二章 海水の作用を受くる鉄筋コンクリート

第六十二条 配 合

- (1) 海水の作用を受くる鉄筋コンクリートにありては、其の 1m^3 につき 330kg 以上のセメントを使用すべし。特に最高最低潮位間及波の作用を受くる部分は、更に富配合のコンクリートを使用すべし。
- (2) 多孔質又は脆弱なる骨材を使用せざる様特に注意すべし。

解 説

(1) に就て

海水の作用を受ける鉄筋コンクリートを耐久的ならしめるには、密度、強度、耐水性の大なるコンクリートを以て、充分に鐵筋を保護することが必要である。之がために、コンクリートの配合は普通の場合より良配合にするのが安全である。それで普通の場合に對し、 1m^3 のコンクリートにつき 300kg と云ふ最小使用量を 10% 増加して、 330kg 以上のセメントを使用することに規定したのである。海中に於ける鉄筋コンクリートの被害の多いのは、一般に、海水と空氣との作用を受ける高潮水面と低潮水面との間であつて、寒冷な時には氷結作用が一層其被害の度を大ならしめる。故に此部分に於ては、特にコンクリートの密度、強度、水密性を大ならしめるために、 330kg より更に、良配合のコンクリートを使用し、構造物を耐久的にしなければならぬ。

(2) に就て

多孔質又は脆弱な骨材を使用したのでは、到底(1)に述べた様な性質を有する

コンクリートを造ることが出来ないから、特に注意したのである。

第六十三條 填 充

(1) コンクリートは出来得る限り、水平又は傾斜せる打継ぎ層を生ぜざる様填充すべし。

(2) 最高最低潮位間のコンクリートは出来得る限り一作業にて施工すべし。

解 説

(1) に就て

コンクリートの填充に際し、水平又は傾斜せる打継ぎ層を生じない様に注意することは、如何なる場合でも大切であるが、海水の作用を受ける鐵筋コンクリートに於ては、特に此弱點が禁物である。此の部分から被害が始まり、容易に鐵筋を錆びさせる事になるから、本項で此點を特に注意したのである。

(2) に就て

低潮位と高潮位との間にあるコンクリートの施工接合は、打継ぎ層と同様弱點となり易いから、出来る丈之を避けなければならない。

第六十四條 鐵筋及コンクリートの保護

(1) コンクリート被厚はコンクリート表面より 7.5 cm 以上、隅角部に於て最も近きコンクリート表面より 10 cm 以上とすべし。但しプレカスト・コンクリート等特別なるものに於ては此の限度を遞下する事を得、

(2) 激しき磨損又は腐蝕を受くる箇所を於て、最高最低潮位間のコンクリート表面は、適當なる石材、其他責任技術者の承認せる材料を以て保護すべし。

解 説

(1) に就て

本項に規定された被厚は、從來の實驗及經驗上、海水の作用を受ける鐵筋コンクリートを耐久のならしめるために必要なものである。然し、構造物の種類に依つては、左程耐久的でなくても良い場合がある。斯かる場合には責任技術者の考で、本規定の被厚を幾分小にして差支へない。

(2) に就て

激しき波浪に依つてコンクリートが磨損し、或は海水のためにコンクリートが腐

蝕する様な場所は、最高最低潮位間のコンクリート表面を、クレオソートを注入した木材、良質の石材等責任技術者の承認した材料を以て保護しなければならない。

第十三章 表面仕上げ

第六十五條 表面仕上げ

(1) 露出面となるべきコンクリートは堰板に密接して完全なるモルタルの表面が得らるゝ様適當なる填充及搗固めをなすべし。

(2) コンクリートの表面に生じたる稜線又は突出部は除去して平滑ならしめ、空隙又は缺損したる箇所は直ちに水にて潤したる後、コンクリートと同一配合のモルタルを填充して平滑に仕上ぐべし。

(3) コンクリートの上面は過剰の水を存せざる様注意し、表面に滲出せる水は迅速に之を排除し、木鏝にて平滑に均すべし。

(4) コンクリート上面にして特に磨耗に抵抗せしむる必要がある場合には、セメントと骨材との配合を容積比にて 1:2½ 以上とし、水量を成可く少くして充分に搗均すべし。

(5) モルタル仕上げをなす場合には施工を終りたる後 1 時間以内にコンクリート上面にモルタルを塗り均すべし。既に硬化せるコンクリートの表面は、鑿又は適當なる工具にて粗にし、水にて充分に濕したる後、セメント糊状體を薄く塗り直ちにモルタル仕上げを行ひ適當なる養生をなすべし。

解 説

本條はコンクリートの表面仕上げに就て注意すべき事項を列記したものである。

(1) に就いて

コンクリート表面に特殊の仕上げを行はない場合、露出面となるべきコンクリートの表面は、之に砂利や砂が顯れない完全なモルタルの表面でなければならぬ。之は美觀上必要であるばかりでなく、表面が耐水的であつて構造物の耐久性を大ならしめる上からも甚だ大切である。

之がためには、堰板の表面が平滑である事、堰板の繼合せが水密である事等に注

意すべきは勿論であるが、尚ほ填充及搗固めにも注意が大切である。

(2) に就て

假令、型枠の製作、コンクリートの材料、配合、混合、運搬、填充及搗固め、型枠の除去等に周到な注意を拂つて施工しても、大なる構造物に於ては、コンクリート表面に稜線、突出部、空隙、又は缺损したる箇所等が絶対に出来ない様にする事は、一般の場合まづ不可能である。斯くの如き缺點の生じない様に最善の努力をなすべき事は勿論であつて、本項も積極的に斯くの如き缺點の生ずるのを認めたのではなく、萬一出来た場合の修正方法を示したものである。斯かる缺點箇所を其儘に残しておくことは、よく見受ける事であるが、之は、美觀上は兎も角として、構造物の耐久性に非常な悪影響を及ぼすものであるから、必ず本項の注意に従つて手直しをしなければならぬ。型枠除去後直ちに修理を行へば、作業も容易であり且つ有効である。

(3) に就て

鉄筋コンクリートの施工に對して満足なる結果を與へる様な配合及使用水量のコンクリートの上面には、一般に水が出て来る。上面に過剰の水を存せざる様に、施工中使用水量を加減して行くことは極めて大切であるが、水が表面に澤山出たならば、迅速に之を排除する必要がある。そうしないと、レイタンスが出来たり、又、表面に細かい龜裂を生じたりする惧れがある。

(4) に就て

橋梁の路面であるとか、工場の床であるとか、特に磨耗に抵抗させる必要ある場合の施工法の標準を示したものである。

(5) に就て

モルタル仕上げをなす場合には、モルタルが良く附着するために、コンクリートを打ち終つてから、成可く早くモルタルを塗ることが必要である。

コンクリートが硬化して居る場合には、表面を粗にすること、充分濕すこと、セメント糊状體を薄く塗つて、直ちにモルタル仕上げを行ふ事等が施工上最も大切である。セメント糊状體を厚く塗ることは、反つて、モルタル剝脱の原因となる惧れがある。

第十四章 現場に於けるコンクリート抗圧強度試験及 載荷試験

第六十六條 現場に於ける抗圧強度試験

責任技術者は現場に於て屢々コンクリートの抗圧強度試験を行ひ、所要の強度を有するや否やを検査すべし。

抗圧強度試験は『コンクリート抗圧強度試験に関する標準方法』(附録第六章)に依るべし。

解 説

第四條に、構造物の各部は材齢 28 日に於けるコンクリートの抗圧強度を基準として設計すべしとあるから、本示方書に依つて設計された鉄筋コンクリート構造物に用ふるコンクリートは、設計の基準とされた抗圧強度を有するものでなければならぬ。然るにコンクリートの抗圧強度は施工の如何に依つて著しく異なるものであるから、現場で所定の抗圧強度を有するコンクリートが製作されて居るや否やを屢々試験してみる事は、施工が満足に行はれて居るや否やを検する爲めに極めて必要な事で、これは又責任技術者として重大な職務の一つである。自分が使用して居るコンクリートが何程の抗圧強度を有するものであるかを知らずして、コンクリート構造物を造つて居るのは、恰も鋼材の強度を知らずに鐵橋を製作し、架設して居ると同様で、誠に危険な事である。

然るに、今日ではまだ、此の當然な事柄が一般に閉却されて居る傾向がある。だから、特に本條で注意を與へたのである。

第六十七條 載荷試験

(1) 載荷試験は責任技術者が特に其の必要を認めたる場合に限り之を行ふものとす。

(2) 載荷試験はコンクリートの最終填充後 45 日以上経過するに非れば、之を行ふべからず。試験荷重は一般に設計荷重を超ゆべからず。

(3) 構造物の最大撓度は、試験荷重を 6 時間以上載荷したる後、殘留變形は荷重を除きて 12 時間以上経過したる後、之を測定すべし。支承の沈下の影響を除き殘留變形は最大撓度の 1/4 以下たる事を要す。

解 説

(1) に就て

載荷試験は従来なかつた新しい設計方法によつて構造物が設計された場合であるとか、特種のセメント又は骨材等を使用した場合であるとか、施工中にコンクリートが霜害を受けた懸念があるとか云ふ様な施工から来る悪い影響の程度を知る必要がある場合等に、責任技術者が特に必要を認めて行ふのが普通である。

(2) に就て

載荷試験の主な目的は、多く、(1) 項に述べた様なものである。然し過早に大なる荷重を加へて、此の試験の爲めに却つて構造物に弱點を作る様な事のない様になければならない。それで、コンクリートが充分硬化するに必要な時日を與へる爲めに、コンクリート填充後 45 日以上、又過大の荷重を與へぬ様に、設計荷重迄の載荷によつて、試験を行ふべき事に制限したのである。

(3) に就て

コンクリートに載荷しておく、荷重が増加しないでも、時日がたつと其の變形が増加するものである。故に鉄筋コンクリート構造物に荷重を加へた時も、其の變形は時日の経過に伴つて増加するし、又荷重を取り去つた時に元の状態に戻るにも相當の時日が必要である。經驗に依ると、大約 6 時間以上たてば、普通の場合に、試験の目的を達する事が出来る最大變形が得られるから、最大撓度を測るには、試験荷重を加へ 6 時間以上を経過した後、に於て行ふべしと規定したのである。又變形が戻る場合には、前者よりも一層時間がかかるものであるから、残留變形を測るには荷重を除いた後 12 時間以上経過した時にすべしと規定したのである。

コンクリートは、比較的小なる應力をを受けた時でも、残留變形を生ずるものであるから、鉄筋コンクリート構造物の載荷試験に於ては、幾らかの残留變形を生ずるのが普通である。然し、最大試験荷重が設計荷重であれば、コンクリート及鋼に於ける最大應力は、許容應力以下である。許容應力の附近では、鋼もコンクリートもまだ充分弾性的であるべき筈であるから、残留變形が最大撓度の $1/4$ 以上もあると云ふ様な事は、構造上に缺點のある事を示すものと考へる事が出来るのである。

第十五章 荷重及温度變化

第六十八條 死荷重及活荷重

(1) 構造物に對する鉛直及水平の荷重及活荷重の撃衝は法令の規定あるもの

は之に依るべし。

活荷重の撃衝に關し特に法令の規定なき場合にも、第十七章に規定する許容應力に依りて構造物を設計する場合には、相當の撃衝を加算すべし。

(2) 地震の加速度は水平 $g/5$ 、鉛直 $g/10$ を標準とすべし。但し地方的狀況及構造物の性質等を考慮して之を増減することを得。

上記の加速度は死荷重に對してのみ働くものとす。

解 説

(1) に就て

活荷重の撃衝の影響を考慮するのに、活荷重の種類に應じて許容應力を變ずる様な方法もあるが、本示方書では、活荷重による應力に撃衝の影響をも加算して、全活荷重應力を求め、之と死荷重による應力を加へ合せ、之に對し、第十七章に與へた許容應力を、部材の設計又は強度の檢算に、使用することになつて居る。

活荷重の撃衝の影響に關する問題は、鉄筋コンクリート構造に於ても、鋼構造の場合と同様不明の點が多い。只、鉄筋コンクリート構造は、鋼構造の場合に比して死荷重大であるから、撃衝の影響が鋼構造物の場合よりも小である事丈が想像出来る。實際使用すべき撃衝係數の適當なる値は、構造物の種類其他の條件によつて變化するものであるから、鉛直及水平荷重と同様、鐵道省、内務省、建築條例等で規定された處に従ふ事にし、準據すべき規定のない場合には、設計者の判斷によることにしてある。

(2) に就て

どの位の加速度を有する地震に對して安全である様に、構造物を設計すべきかと云ふ事は結局設計者の判斷による外はない。本項で示した標準は、今日日本で多く用ひられて居る極く大體の標準値である。構造物が全活荷重を受けて居る時に、大なる地震が起ると云ふ様な事は極めて稀の場合であるし又其他の理由から、地震の加速度は死荷重に對してのみ働く場合を考へればよい事になつて居る。尙ほ地震力を考慮した場合の許容應力は、然らざる場合の 1.5 倍まで増大しうる事になつて居る(第七十五條参照)。

第六十九條 溫度變化及硬化收縮

(1) 構造物に對し溫度變化の影響を考慮する必要がある場合には、 $\pm 15^{\circ}\text{C}$ を標

準とすべし。但し厚さ 70 cm 以上の構造部分に對しては、之を $\pm 10^{\circ}\text{C}$ とすことを得。但し地方的狀況に應じ上記の標準を相當増減する事を得。

(2) 硬化收縮の影響を考慮する必要がある場合には、之を溫度低下 15°C に相當する影響あるものと假定すべし。

(3) コンクリート及鐵筋の膨脹係數は 1°C につき $10/1,000,000$ とす。

解 説

(1) に就て

構造物に對して溫度變化の影響を考慮する必要がある場合に、如何程の溫度變化を考へるのが適當であるかと云ふ事は、地方的狀況、コンクリート施工の時期等に依るもので、各個の場合について設計者が判定すべきものであるが、極く大體について云へば、我國に於ては本條で規定した通り $\pm 15^{\circ}\text{C}$ を標準とすれば先づ差支ない。

然し、厚さが 70 cm 以上もある様な大なる構造部分に對しては、コンクリートが熱の不良導體であるために、全體としては $\pm 15^{\circ}\text{C}$ と云ふ様な溫度變化が起らぬ場合も多い。だから、此の場合に對しては $\pm 10^{\circ}\text{C}$ を標準としてよいことにしてある。

(2) に就て

コンクリートは空氣中で硬化する時收縮するものであつて、普通の構造物に於けるコンクリート部材の狀態に於ては、實驗の結果に依ると、最初の一年間に 1 m につき 0.2 mm 乃至 0.4 mm 位、平均 0.3 mm 位の收縮をなすものと考へることが出来る。之がために、鐵筋コンクリート部材の鐵筋には壓應力、コンクリートには張應力を生ずる。之が鐵筋コンクリート部材の固有初應力と稱せられるものであつて、此の固有初應力の爲めに、部材は變形を生ずる。若し、鐵筋コンクリート部材が(例へば單桁の様な靜定構造)自由に此の變形をなしうるものであれば、構造物全體として、固有初應力の爲めに應力を生ずることがない。然し、若し部材が自由に變形をなし得ざる様に他の部材と結合されて居る不靜定構造の一部である様な場合には、部材が自由に變形をなし得ざるために、構造物自體に應力を生ずるものである。之を固有初應力と區別して、構造物全體としての初應力と稱する。

本項は、構造物全體としての此の初應力を計算する場合に適用されるものである。不靜定構造に於ける此の初應力は、固有初應力による鐵筋コンクリート部材の變形を、溫度の變化に依る變形に換算し、構造物が之丈の溫度の變化を受けたものとし

て其の構造物全體として生ずる應力を計算するのが一般のやり方である。

固有初應力に依る部材の變形は、鉄筋全断面の重心がコンクリート断面の重心と合致する時は、部材の軸方向のみに於て起るが、然らざる時には部材の軸方向の變形の外に、彎曲を生ずる。軸方向の變形は、部材が全體としてもなる溫度變化を受ける時に相當し、彎曲變形は部材の上下側にて Δt なる溫度の差を有する等變の溫度變化を受ける場合に相當する。

コンクリートの硬化中に生ずる收縮を長さ 1 m につき 0.3 mm とし、鉄筋量がコンクリート断面の 1% 乃至 1.5% 位の時について計算してみると、 ϵ_0 は 25°C 位、 Δt は鉄筋の配置によつて零乃至 15°C 位に相當する。

然し、以上の計算は相當の假定を含むもので、實際に於ては種々の事情の爲めに、斯くの如き溫度變化に相當する變形が生ずるものではない様である。それで獨逸の標準示方書にも ϵ_0 を溫度低下 15°C に取ることに規定してあるから、本示方書も之に倣つたのである。不靜定構造物に於ては、 Δt の影響を小ならしめるために、鉄筋總断面積の重心を成可くコンクリート断面の重心に合致する様に設計するが、さうすると Δt は零に近くなる。本示方書には Δt についての標準が示していないから、設計者の判断により適當に決定する必要がある。

(3) に就て

コンクリートの溫度に對する膨脹係數は一定のものではなく、種々の事情によつて變化するものであるが、平均 100 萬分の 10 に取つてよい事が一般に認められて居る。

鋼の膨脹係數としては、100 萬分の 12 と云ふ數字が多く用ひられるのであるが、鉄筋コンクリートに於ては、鉄筋とコンクリートが實際上同一の膨脹係數を有するものと假定して差支へないと云ふ事が、一般に認められて居る。それで、鉄筋の膨脹係數をコンクリートの膨脹係數 100 萬分の 10 に等しく取ることにして居るのである。

第十六章 計 算

第七十條 應力の計算

彎曲應力或は彎曲應力と軸應力との合成應力の計算に於ては、コンクリートの張應力を無視し、且つ維變形は断面の中立軸よりの距離に比例するものと假定すべし。

解 説

鐵筋コンクリートは性質の異なつて居る鐵筋及コンクリートを結合し、之等が協同して外力に抵抗する様に構成されたものである。而して鐵筋とコンクリートとが協同して働く有様は、鐵筋コンクリートが破壊する迄の間に於て之に加へられる荷重の大きさによつて著しく異なるものである。

それで、小なる荷重を受けた場合、鐵筋及コンクリートに生じて居る應力の眞の値を與へる様な計算方法は、破壊荷重又は之に近い荷重を受けた場合鐵筋及コンクリートに生ずる眞の應力を求めるのには、全く、適合しない。又反對に、破壊荷重又は之に近い荷重を受けた場合に生ずる應力の眞の値を與へる様な計算方法は、普通實際に加へられる荷重によつて生ずる應力の眞の値を與へ得ない。

鐵筋コンクリート部材の設計に際し、其の斷面を算定する爲めに行ふ計算の目的は、其の部材をして破壊に對し必要な安全度を有せしめる事にある。此目的に對しては、鐵筋コンクリート部材が破壊荷重又は之に近い荷重を受けた場合に於ける應力状態を基とした計算の方法を採用し、適當なる安全率を撰んで、部材に加へられる許容荷重を定めた方が便利である。

本示方書の計算方法は此の主旨に従つたもので、鐵筋コンクリート部材の設計に際して、充分安全なる斷面を算定する爲と、設計の安全程度を検算するためとに使用すべき計算方法である。従つて比較的小い荷重を受けた部材の應力は本示方書の計算方法によつて得られる値と可成り異なる場合があり得る。

鐵筋コンクリート桁の試験の結果によると、抗張主鐵筋に於ける張應力が大約 350 kg/cm^2 に達すると、抗張側のコンクリートには龜裂を生ずる。鐵筋に於ける張應力が普通の許容應力に達する時には、此龜裂は殆んど中立軸近くに達するものである。更に鐵筋の張應力が大になつて、鐵筋の彈性限度を超過する様になれば、桁は遂に破壊に近い状態となる。普通に設計された桁に於ては斯くの如き破壊を生ずるのが普通である。故にコンクリートに張應力が働かないと云ふ状態は、一般に、桁の破壊に近い状態である。

故に、鐵筋コンクリート桁が充分な安全度を有することを證明せんとする計算の目的に對しては、コンクリートの張應力を無視し、彎曲張應力は凡て鐵筋で受けると考へるのが適當である。斯くすれば、必要な鐵筋の量を定めるに便利であり、又桁が鐵筋に生ずる張應力によつて破壊する場合に對する安全度を、信頼しうべき程度で求めることが出來、且つ計算も至極簡單になる。それで、前述の如き計算の目的に對し、彎曲應力或は彎曲應力と軸應力との合成應力の計算に於ては、コンク

リートの張應力を無視することが世界一般に行はれて居るのである。

維變形は断面の中立軸よりの距離に比例すると云ふ假定は、桁断面に生ずる應力を簡単に計算するために、一般に採用されて居る假定であるから、特に茲に説明する必要はなからう。

第七十一条 弾性係数

- (1) 断面の決定又は應力算出の場合に於ては、鉄筋及コンクリートの弾性係数は夫々 $E_s=2,100,000\text{kg/cm}^2$ 、 $E_c=140,000\text{kg/cm}^2$ とす ($n=15$)。
- (2) 不静定力若くは弾性變形の計算に於ては、コンクリートの弾性係数は $E_c=210,000\text{kg/cm}^2$ とす ($n=10$)。

解 説

(1) に就て

本示方書の計算方法は、鉄筋とコンクリートとが充分に附着し、両者は等量の變形をなすものとの假定から出立して居る。従つて、設計及施工上此の假定が充分成立し得るための種々の注意が必要である。

さて材料の弾性係数は、應力と単位變形との比であるから、鉄筋とコンクリートとが等量の變形をなすものと假定すれば、両者に於ける應力の比は両者の弾性係数の比に等しい。

鉄筋の弾性係数を $2,100,000\text{kg/cm}^2$ に取ることについては、説明を要しない。コンクリートの弾性係数は鋼の弾性係数の如く常數でない。元來、コンクリートの應力—變形曲線は、殆んど初めから曲線をなし、又コンクリートは比較的小なる應力に對しても恒久變形を生ずるものであるから、鋼の場合と同様にして弾性係数の値を求めることが出来ない。従つてコンクリートの弾性係數について確定された定義もない。鉄筋コンクリートの計算に於ては、鉄筋とコンクリートが等量の變形を生じた時に於ける應力の比を知るために、コンクリートの弾性係數が入用なのであるから、此の目的を達する様に撰ばれた數値がコンクリートの弾性係數であると考へてもよいのである。コンクリートの弾性係數を以上の意味に解釋しても、其の數値は、同一コンクリートに於てさへ、應力の大小によつて異なり、又材料、配合、使用水量、材齡等に依つても異なるのである。故に理論上正しい計算をする爲めには、各種のコンクリート及應力状態に對するコンクリートの弾性係數を知ることが必要

である。之は今日の處では、實際上不可能の事である。それで、實用の立場から鉄筋コンクリートの桁に於て、本示方書の如き計算方法によつて計算した中立軸の位置と、實驗で測定された中立軸の位置とが、實際上の目的に對してよく合ふ様にするには、コンクリートの弾性係数を何程にとればよいかを求めため澤山の實驗が行はれた。之等の實驗の結果によつて、斷面の決定又は部材の安全を検するための應力の計算に對しては、コンクリートの弾性係數の値を $140,000\text{kg/cm}^2$ にとること、即ち鐵筋とコンクリートとの弾性係數の比を 15 に取るのが實際上便利で、適當であると云ふ事が廣く認められるに至つた。尙ほ、 n の値の少しの變化は實際上計算の結果に餘り大なる影響を及ぼさないものであるから、不備の點は許容應力を撰ぶ際の安全率で覆ふこととして、計算の容易である事を主眼として、本項の規定が出来たのである。然し、コンクリートの弾性係數は、配合、使用水量、材齡等によつて異なるものであるから、せめて、コンクリートの抗壓強度に應じて弾性係數の値、從つて n の値を變へてはどうかと云ふ事も考へられるが、理論上は兎に角實際上之がどれだけ有效であるかと云ふ事は疑問であるから、本示方書では之を考慮しなかつたのである。

本條によつて、コンクリートの弾性係數が定數であるとされれば、之と第七十條の維變形は中立軸よりの距離に比例すると云ふ假定によつて、維應力は中立軸よりの距離に比例すると云ふ一般に用ひられて居る應力分布の假定が生れて来る。

(2) に就て

鉄筋コンクリート部材の斷面の算定、又は部材が何程の安全度を有するやを知るための應力計算に於ては、(1) 項に於て述べた様に部材の破壊に近い状態を基とすべきであるから同項に於てこれに適應する様なコンクリートの弾性係數が撰ばれたのである。然し不靜定力若くは弾性變形の計算に於ては、部材の破壊又は破壊に近い状態を基とせず、部材に許容應力近くの應力が働く場合を基準とするのが適當である。實驗の結果によると、(1) 項に述べた意味に於けるコンクリートの弾性係數は、普通のコンクリートの許容應力に近い應力に對して、配合及材齡により、 $170,000\text{kg/cm}^2$ 乃至 $250,000\text{kg/cm}^2$ 平均 $210,000\text{kg/cm}^2$ 位である。それで、不靜定力若くは弾性變形の計算に於ては、コンクリートの弾性係數を $210,000\text{kg/cm}^2$ 、從つて $n=10$ に取ることが最も廣く行はれて居るので、本示方書も之に從つて居るのである。

第七十二條 集中荷重の分布

(1) 床版上の集中荷重は上置層を通じて第一圖に示す如くに分布する等布荷重と假定することを得。

床版に相當の横鐵筋(第七十七條参照)を使用した場合には其の有効幅 e を次の如く假定することを得。

(イ) 床版の主鐵筋が車輛の進行方向に並行なる場合

$$e \leq \frac{2}{3}l + b \leq 200 \text{ cm} \leq l_1$$

(ロ) 床版の主鐵筋が車輛の進行方向に直角なる場合

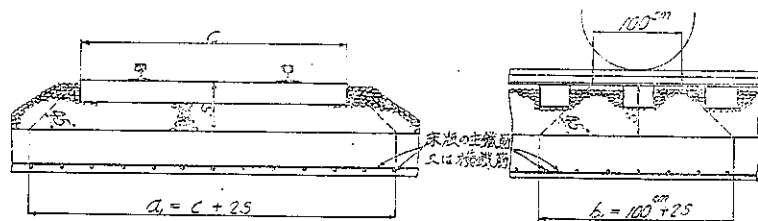
$$e \leq \frac{2}{3}l + a \leq 200 \text{ cm} \geq l_1$$

- 但し a は荷重分布面の車輛進行の方向に於ける長さ (cm),
 b は荷重分布面の車輛進行の方向と直角の方向に於ける長さ (cm),
 l は床版の支間 (cm),
 l_1 は床版の幅,
 s は上置層の厚さ,
 t_1 は輪帶接觸長,
 t_2 は輪帶幅とす。

第一圖

t_1 は自動車又は輾壓機の輪荷重に於ては 20 cm と採ることを得。

(2) 軌道上の輪荷重は第二圖に示す如くに分布する等布荷重と假定する事を得。



第二圖

解 説

本條は内務省道路構造令に關する内規に規定されたものを其儘採用したもので、委員會に於て特に研究制定したものではないから、茲では其解説を省略することにする。

第十七章 許容應力

第七十三條 コンクリートの許容應力

(1) 鉄筋コンクリート部材に於けるコンクリートの應力は、次の許容應力を超過すべからず。

許容軸壓應力

$$\sigma_{ca} = \frac{\sigma_{28}}{4} \dots \dots \dots (1)$$

但し σ_{28} が如何に大なる場合と雖も σ_{ca} は 50kg/cm^2 を超過すべからず。

許容彎曲壓應力 (軸應力を伴ふ場合も含む)

$$\sigma_{ca} = \frac{\sigma_{28}}{3} \dots \dots \dots (2)$$

但し σ_{28} が如何に大なる場合と雖も σ_{ca} は 65kg/cm^2 を超過すべからず。

許容剪應力

$$\tau_a = 4.5\text{kg/cm}^2 \dots \dots \dots (3)$$

許容附着應力

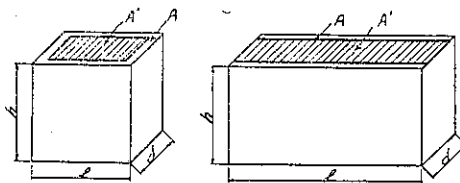
$$\tau_{oa} = 5.5\text{kg/cm}^2 \dots \dots \dots (4)$$

(2) コンクリートの支壓應力は、次の許容應力を超過すべからず。

許容支壓應力

$$\sigma_{ca} = \frac{\sigma_{28}}{3.5} \dots \dots \dots (5)$$

但し σ_{28} が如何に大なる場合と雖も σ_{ca} は 55kg/cm^2 を超過すべからず。



$h > l$ ($l > h$ の場合)

第三圖

但し支承面に特に螺旋筋等を挿入して支壓強度を高めたる場合には σ_{ca} を 65kg/cm^2 まで高むる事を得。斯かる方法を行はざる場合にも支承の表面積 A が支壓應力を受くる面 A' より大なる場合には、其の許容支壓應力 σ_{ca}' は次式に依る事を得 (第三圖参照)。

$$\sigma_{ca}' = \sigma_{ca} \sqrt[3]{\frac{A}{A'}} \dots \dots \dots (6)$$

解 説

(1) に就て

第六十八條に特に明記してある様に、本章に與へられて居る許容應力を用ひるには、活荷重による應力に對しては、撃衝の影響をも加算して、全活荷重應力を出して置くことが必要である。

本章に規定された許容應力は、本示方書に示してある計算の方法、設計細目及施工法に従つて作られた鉄筋コンクリートのみに應用しうるものであつて、本示方書と異なる假定による計算方法又は施工方法を用ふる場合に、此の許容應力が適當であるや否やは別問題である。即ち本章に與へられた許容應力と、本示方書の他の條項とは密接なる關係を有するものである事に就き、特に注意を要する。

第四條の解説で理由を述べたが、コンクリートの許容軸壓應力、彎曲壓應力（軸應力を伴ふ場合も含む）及支壓應力は、材齡 28 日に於ける抗壓強度 σ_{28} を基準として與へて居る。使用すべきコンクリートの抗壓強度を試験することが出来ない場合には第二十四條第三表に示された水—セメント重量比と抗壓強度との關係によつて抗壓強度 σ_{28} を評價してもよい。

許容軸壓應力に就て

軸壓力を受ける鉄筋コンクリート支柱は、第八十九條の解説に述べてある様に、施工上の缺點の影響を受けることが他の鉄筋コンクリート部材よりも大である。帯鉄筋柱に於ては、破壊が急激に起るから、破壊に於ける危険の度が大である。又支柱の破壊は構造物全部の破壊を惹起する様な場合が尠くない。之等の事を考へると、支柱に對しては版、桁などに於けるよりも安全率を大に取る必要がある。従つて許容軸壓應力は許容彎曲壓應力よりも小に取るべきである。

許容軸壓應力を抗壓強度の何分の一に採るが適當であるかと云ふ事は、實驗の結果を基として判斷されるものである。本示方書の値は、實驗の結果や各國の標準示方書等を参照して、充分安全なる値として $1/4$ を撰んだのである。

従來行はれた試験の結果によると、コンクリートが壓挫を生ずることなしに、無限に繰返して加へ得る壓應力、即ち所謂コンクリートの彈性限度は、抗壓強度の 50% 乃至 60% である。之を 50% と假定すれば、許容軸壓應力を抗壓強度の $1/4$ に採ることは、コンクリートの彈性限度に對して安全率 2 を有せしめる事になる。

σ_{28} が如何に大であつても、コンクリート柱に於けるコンクリート材料の分離等による缺點を考へると、餘り大なる許容應力を許すことは危険である。だから、最大を 50kg/cm^2 としてそれ以下に制限して居るのである。

許容彎曲應力に就て

桁に於ける試験の結果によると、コンクリートが彎曲壓應力に對する強度は、コンクリートが正立方體として有する抗壓強度迄、充分達し得るものである。コンクリートの抗壓強度を試験するために用ゐる日本の標準供試體は、直徑の2倍の高さを有する圓壙である。此圓壙供試體を用ふる時のコンクリートの抗壓強度は、立方供試體を用ふる時の同一コンクリートの抗壓強度の約80%である。故に、桁に於ては、日本の標準供試體で試験されたコンクリートの抗壓強度の約125%の抗壓強度を發揮し得る譯である。依つてコンクリートの弾性限度に對する安全率を2に採れば、圓壙供試體で示される抗壓強度の $50/2 \times 1.25 = 31\%$ まで利用しうる譯である。それで σ_{cs} の $1/3$ を許容彎曲壓應力に撰べば充分安全である。

尙ほ、桁に於て、彎曲率によつて生ずる應力がコンクリートの抗壓強度に近い状態に於ては、コンクリートの弾性係数が一定であると云ふ第七一條の假定が甚だ事實にあたらぬものとなる。實驗の結果によると、コンクリートの弾性係数を常數且つ維の變形は中立軸よりの距離に比例すると假定する本示方書の應力計算方法で求めた彎曲壓應力は、實際に起つて居る値の大約140%位も大きく出る。故に安全率2を取つて許容彎曲壓應力を定めれば、桁がコンクリートの壓挫によりて破壊することに對しては、 $1.4 \times 2 \times 1.25 = 3.5$ 位の安全率を有することになるのである。

安全率を3に取ると、 σ_{cs} が 195kg/cm^2 を超過した場合には、 65kg/cm^2 以上の許容應力を使用し得る譯であるけれども、許容軸壓力の場合と同様に、餘り大なる許容應力を許すことは、今日の狀態では未だ不安があるから、 σ_{cs} が如何に大なる場合でも 65kg/cm^2 を超過してはならぬと規定してある。

彎曲壓應力が軸壓力を伴ふ場合にも、コンクリートに生ずる縁維壓應力に對する許容壓應力は、彎曲應力に對するものを用ひて安全なことが、實驗の結果から證明されて居る。故に軸壓應力を伴ふ場合にも彎曲壓應力に對する許容應力を使用してよい事にしてある。

許容剪應力に就て

第八十七條の解説に述べてある様に、本條で云ふ剪應力は、桁に於ける斜張應力を測る手段として第八十七條の(7)式により計算される剪應力を意味するもので、パンチング・シーヤ等を意味するものではない。

許容剪應力も、許容軸壓應力及許容彎曲壓應力の場合の如くに、 σ_{cs} の分數として與へることが出来れば非常に都合がよいのであるが、以上に述べた如く此の剪應力は斜張應力を測る手段として用ゐられるものであつて、之は、コンクリートの抗

抗圧強度のみならず、コンクリートの抗張強度、桁の抗張主鐵筋に於ける張應力、抗張鐵筋端の碇着の程度、腹鐵筋の有無等によつて異なるもので、單に σ_s の分數として定むべき適當な安全率がよくわかつて居らぬ。それで、許容剪應力は抗壓強度の分數とせず、單に實驗の結果から、充分安全であると考へられる數値を直接規定したのである。

腹鐵筋を有しない桁に於ける斜張力を、第八十七條の(7)式で計算された剪應力で測る時に、其値が大約 12kg/cm^2 乃至 14kg/cm^2 に達すると桁に傾斜龜裂を生ずるものである。而して斜張應力による桁の破壊は急激に起る傾向があるから、安全率を大に取る必要がある。

それで、普通のコンクリートで造られた桁に於て、傾斜龜裂を生ずる剪應力の値 12kg/cm^2 乃至 14kg/cm^2 に對して、安全率を 3 にとれば、許容剪應力として、 4kg/cm^2 と云ふ數字が得られる。獨逸の標準示方書には許容剪應力を普通のポルトランド・セメントを使用する場合に 4kg/cm^2 、高級セメントを使用する場合に 5.5kg/cm^2 とすべきことが規定してある。現今日本で製造されて居る一流のセメントは獨逸の高級セメントに近いものと考へられるから、 4.5kg/cm^2 を以て、許容剪應力と定めたのである。然し、二流以下のセメントを使用する場合には 4kg/cm^2 位を用ひるのが安全である。但し第七十八條(4)に、桁には必ず筋筋を配置すべき事に規定してあるから、桁に於ては 4kg/cm^2 を取つても、 4.5kg/cm^2 を取つても、實際上は大差がない事になる。

パンチング・シーヤに對しては、許容應力が與へられて居らぬが、普通の場合 8kg/cm^2 位が適當な値である。

許容附着應力に就て

従來桁に就て行はれた多くの實驗の結果によると、抗張主鐵筋に於ける附着應力は鉤端を曲げて碇着しない時、鐵筋端の滑動初めに於て大約 15kg/cm^2 位と考へることが出来る。附着強度の不足のために桁が破壊する様な事は面白くない事であるから、許容附着應力は滑動初めに於ける附着應力に對して少くとも 3 の安全率を取つて定むべきである。そうすれば鐵筋の端を鉤形に曲げない時の許容附着應力は大約 5kg/cm^2 以下と云ふことになる。

抗張鐵筋の端は一般に鉤形に曲げて抗壓部のコンクリートに碇着される。鐵筋の端を碇着した時之が附着應力に及ぼす影響は今日の所まだよくわかつて居らぬが、實驗の結果によると、第七十六條(1)に規定してある様に、抗張鐵筋の端を鉤形にしてコンクリート中に碇着すれば、著しく附着強度を大ならしめるものである。

それで端を碇着する影響を考慮して、許容附着應力を 5.5kg/cm^2 までを許すことにしたのである。

(2) に就て

支壓應力に對しては、支柱に對する軸壓應力の場合より、幾分安全率を減じてよい。それで、軸壓應力に對する安全率 4 の代りに 3.5 を用ひ、 50kg/cm^2 と云ふ制限の代りに 55kg/cm^2 としたのである。

橋梁の桁を受ける支承面などに於て、金網又は螺旋筋などを充分に挿入すれば、コンクリートの支壓力を著しく増大せしめることが出来る。斯くの如き場合には普通のコンクリートの弾性限度近くまでの値即ち大約 65kg/cm^2 迄、許容支壓應力を高めてよいのである。

柱又は壁の下に於ける基礎版及錠などに於ける支壓強度は、支壓材自身の強度の外に、支壓力を受ける面 A' と支承の表面積 A との関係によるものである。

(6) 式は C. Bach 教授の研究を基として定められたもので、各國の標準示方書にも採用されて居る處のものである。

第七十四條 鉄筋の許容應力

鉄筋の應力は次の許容應力を超過すべからず。

許容張應力	$\sigma_{sa} = 1,200 \text{ kg/cm}^2$
許容壓應力	$\sigma_{sa}' = 1,200 \text{ kg/cm}^2$

解 説

許容張應力に就て

鉄筋コンクリート桁の試験の結果によれば、鉄筋に於ける張應力が弾性限度に達した後更に荷重を増加すると、桁の變形は急激に増加し、その抗張側に大なる龜裂を生ずるものである。而して、鉄筋の張應力が弾性限度を超過して後に増し得る荷重量は、コンクリートの強度、荷重の位置、腹鉄筋の配置等によつて變るが、一般に小さなものであつて、考慮に入れないのが安全である。故に鉄筋の弾性限度は桁の弾性限度を決定するのみならず、又大約桁の破壊強度を決定するものである。故に鉄筋の許容張應力は鉄筋の弾性限度を基として撰定すべきである。

鉄筋の弾性限度を最大強度の 70% と假定し、鉄筋の許容張應力を弾性限度の 1/2 (即ち普通炭素鋼の場合 $1,200\text{kg/cm}^2$) に取れば、桁の弾性限度に對する安全率は 2、桁の最大強度に對する安全率は 2 以上となる。第七十三條のコンクリートの許容彎

曲壓應力の解説に述べた如く、コンクリートの壓挫による桁の破壊に対する安全率は 3.5 位になつて居るけれども、鐵筋はコンクリートに比して等齊質であり、コンクリートよりも信頼しうべき材料であるから、鐵筋によつて定まる桁の最大強度に対する安全率は上記の 2 以上で充分である。

鐵筋の許容張應力を定めるには、鐵筋の變形についても考へる必要がある。鋼は其の抗張強度に關係なく殆んど一定の彈性係數を有するから、許容張應力を大に取れば之に対する變形が大になり、桁の抗張側に於て初期の龜裂を生ずる程度が大になる。而して、初期の龜裂は桁の斜張應力に対する強度に大なる關係を有するものであるから、此點からして餘り大なる許容張應力を許すことは安全でない。それで、 $1,200\text{kg/cm}^2$ 位が、鋼の抗張強度の大小に拘らず、許しうべき最大張應力と認められる。

依つて、鐵筋に於ける許容張應力は鋼の彈性強度の $1/2$ 又は約 $1,200\text{kg/cm}^2$ を超過してはならぬと云ふ事になる。

第十九條により、鐵筋として使用し得べき鋼の抗張強度は $3,700\text{kg/cm}^2$ 以上であるから、彈性限度について安全率を 2 に取れば一般に $1,200\text{kg/cm}^2$ より大である。

以上は彎曲率を受ける部材に於ける抗張主鐵筋について論じたのであるが、腹鐵筋の設計に於ても、勿論此の許容張應力を使用しうるのである。腹鐵筋は元來桁の斜張應力に對し挿入する鐵筋であるが第八十七條(2)に、版及桁に於て剪應力が其の許容應力 4.5kg/cm^2 を超過したる部分にありては、其部分及之に近接せる相當の範圍の部分の全剪應力を腹鐵筋に負擔せしむべしと規定してあるが剪應力も實は斜張應力を測る手段として用ひらるゝもので之が 4.5kg/cm^2 を超過した時には、斜張應力に對するコンクリートの抵抗力を無視して、腹鐵筋は結構に於ける腹材の如き働きをなすものと考へて斜張應力に對し腹鐵筋を設計するのである。故に腹鐵筋の許容張應力は抗張主鐵筋と同一のものを用ひてよいことは明かである。

コンクリートの斜張應力に對する抵抗を考慮に入れ、腹鐵筋の許容應力を減ずると云ふ様な方法もあるが、簡單と統一を得るために、本示方書では此方法を採用しなかつたのである。

許容壓應力に就て

鋼の抗壓強度は抗張強度に劣らないから、本示方書の條項に従つて設計施工された鐵筋コンクリート部材に於ては、壓應力に對しても張應力に對すると等しい許容應力 $1,200\text{kg/cm}^2$ を許し得る譯である。然し、實際問題としては、第七十三條に於てコンクリートの許容壓應力は最高 65kg/cm^2 に規定されて居り、第七十一條(1)

に、鉄筋とコンクリートとの弾性係数比 n は 15 に取ることになつて居るから、抗壓鉄筋に於ける最大の壓應力は $65 \times 15 = 975 \text{kg/cm}^2$ である。

第七十五條 地震力を考慮したる場合の許容應力

地震の影響を考慮したる場合には、前二條に規定する許容應力を 1.5 倍迄増大することを得。

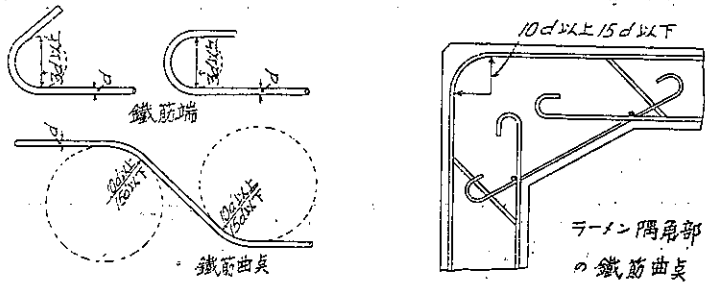
解 説

地震の影響を考慮する時に、標準とすべき地震の加速度は第六十八條(2)に示してある。

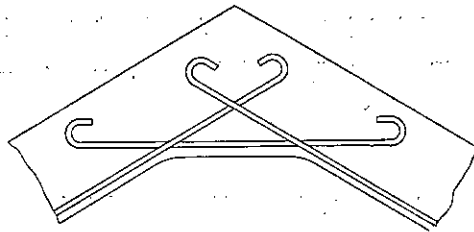
地震の影響を考慮して構造物を設計する時にも、計算された應力を前二條に示された許容應力以下なる様にすれば、最も安全である事は明白である。然し大きな地震は、そう屢々起るものではないから、稀に起る地震に對しても前同様の安全度を有する様に構造物を設計して置くこと云ふ事は、經濟上許されない場合も多い。又地震の影響を考慮する時にも、普通の荷重に對すると同じ許容應力を使用すべきものとする、鉄筋コンクリート部材の斷面が大になり、従つて死荷重が増加し、一層地震の影響を大ならしめると云ふ様な事も起り得るのである。地震のために鉄筋コンクリート部材に生ずる應力を計算する目的は、主として之が破壊を生ぜざるや否やに就て檢算する事にあるのであるから、平常加はる荷重に對するよりも、小なる安全率を取つてよい譯である。普通の荷重に對して充分安全に設計された構造物に於て、地震の影響を考へる時に、許容應力が普通の荷重に對するものゝ約 1.5 倍まで許されるならば、多くの場合、地震に對して計算上相當安全である事になり、又從來地震の經驗によつても、破壊に對し安全である事が解つて居る。之等の事情から本條が生れたのである。

第十八章 設計細目

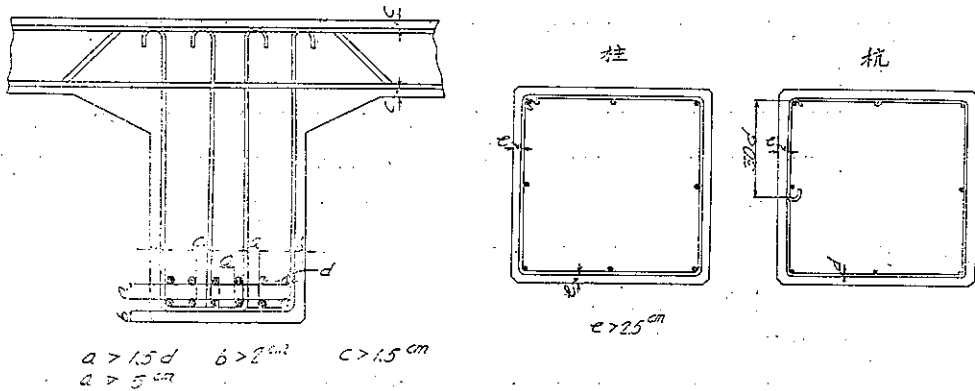
第七十六條 設計細目



第四圖



第五圖



第六圖

(1) 一般に抗張鐵筋は、其の端に半圓形又は銳角の鉤を付し、コンクリート抗壓部に於て碇着すべし。

(2) 鐵筋の曲げ方は第四十六條に依るべし（第四圖参照）。

- (3) 構造物の凹角面に沿へる抗張鉄筋には、交錯する直線鉄筋を使用すべし (第五圖参照)。
- (4) 鉄筋の継手は第四十八條に依り設計すべし。
- (5) コンクリート被厚は第五十七條乃至第五十九條に依り設計すべし (第六圖参照)。

解 説

(1) に就て

抗張鉄筋の端を半圓形又は鋭角の鉤に曲げ、コンクリートの抗壓部に碇着することは、鉄筋とコンクリートとの附着強度を大ならしめ、従つて抗張鉄筋の強度を充分に發揮させる爲めに、甚だ大切である。抗張鉄筋の端がコンクリートの抗張部で終る時には (例へば擁壁等の場合)、其端を直線の儘にし、附着強度によつて、抗張鉄筋に生ずる應力を傳達し得る様にすることが適當である。之れは、抗張部のコンクリートに抗張鉄筋の端を鉤形に曲げて碇着すると、コンクリートに於ける龜裂の發生を助長する恐れがあるからである。

(2) に就て

第四十六條に解説した様に、鉄筋の端をその最小寸法の 3 倍以上の直徑を有する様に曲げることは、鉄筋の加工に際して、之れに害を與へないと云ふ方から定められたものである。又鉄筋端の碇着を確實にすると云ふ上から、鉄筋の端を曲げる場合にも、鉄筋直徑の 3 倍以上の内徑に曲げれば、普通の場合充分目的を達することが出来るものである。

曲鉄筋の曲點に於ける屈曲内半徑を鉄筋の直徑の 10 乃至 15 倍とすべしと云ふのは、曲點に於て急曲する鉄筋に接するコンクリートに壓挫を生ずることがない様にと云ふ考慮から定められたものである。此數値は大體の計算及實驗の結果から判定されたものである。又桁の曲鉄筋とは異ふがラーメンの隅角部の抗張鉄筋は同様の意味で緩く曲げたがよい。

(3) に就て

構造物の凹角に沿つて、凹形に曲げた抗張鉄筋を使用すると、此の鉄筋が張力を受ける時に、直線にならうとする傾向があるから、凹角部のコンクリートが剝脱する恐れがある。故に本項で示した通り、此の箇所には交錯する直線鉄筋を使用しなければならない。但しコンクリート面が凹角でなく、アーチの場合の如く、曲面で漸次に變化して居り、且つ肋筋に依つて充分抗張鉄筋の移動が防げる様になつて居

る場合には此の必要はない。

第十九章 版 及 桁

第一節 設計細目

第七十七條 版

(1) 版の有効高さは次の大きさ以上とすべし。
一方向のみ主鐵筋を有する版に於ては

兩端自由支承の場合…………… $\frac{1}{25}l$

連續版又は兩端固定の場合…………… $\frac{1}{35}$

二方向に主鐵筋を有する版に於ては

四邊自由支承の場合…………… $\frac{1}{30}l$

二方向連續版又は四邊固定の場合…………… $\frac{1}{40}l$

茲に l は版の支間とす。

(2) 版の最小厚さは 10cm 以上とす。但し屋根版、土留版等にありては此の制限を適用せず。

(3) 主鐵筋の中心間隔は 20cm 以下とす。但し版の有効高さの 2 倍を超ゆべからず。

(4) 一方向のみに主鐵筋を有する版に於ては、主鐵筋に直角の方向に横鐵筋を配置すべし。横鐵筋の間隔は 40cm 以下とし總斷面積は之に直角なるコンクリート斷面積の 0.2% 以上とすべし。

解 説

(1) に就て

版に餘り大なる撓度を生ぜしめないと云ふ實際上の考慮から、版の最小有効高さ
と支間との關係が定められたのであるが、此の制限によつて版の厚さを増大すべき
様な場合は稀である。

(2) に就て

餘り薄い版は、完全に作ることが困難であり、又薄い版に於ては施工の不完全による缺點が版の強度に大なる影響を及ぼすものであるから、版の最小厚さを 10cm 以上と定めてある。然し狭い間隔の桁に乗る屋根版、工場で作り養生をした後に使用する土留版の様なもの、例外として 10cm 以下にすることが出来る。

(3) に就て

鉄筋とコンクリートとが、単一體として働き得るためには、版に於ける鉄筋の間隔を餘り大きくしてはならぬ事は明かである。それで、實際上の考慮から最大間隔の標準を 20cm と定めたのである。然し、有効高さの非常に小さい版に於ては、20cm では大にすぎるから、有効高さの 2 倍以下と規定してある。一般にこの間隔は有効高さの 1 倍乃至 1.5 倍と云ふ處が適當であらう。

(4) に就て

一方向にのみ主鉄筋を有する版に於ては、主鉄筋の位置を確保し、且つ外力及内力をなるべく平等に傳播させるために、普通主鉄筋に直角の方向に、横鉄筋を配置する必要がある。

試験の結果によると、版が集中荷重を受ける場合でも主鉄筋の 1/4 乃至 1/3 に等しい量の横鉄筋を用ふれば、充分横鉄筋使用の目的を達するものである。普通與へられるコンクリート及鉄筋の許容應力に對して、主鉄筋の斷面積はコンクリート有効斷面積の約 0.8% 位であるから、横鉄筋の斷面積をコンクリート斷面積の 0.2% 以上にすれば安全である。横鉄筋の間隔も主鉄筋と同様に、餘り大にしてはならないが、横鉄筋の總斷面積は主鉄筋の斷面積より小であるから、其の間隔をあまり小に規定すると、鉄筋の直徑が小に過ぎる實際上の心配がある。だから、主鉄筋の最大間隔の 2 倍即ち 40cm 迄許されて居る。

第七十八條 矩形桁及 T 桁

(1) 桁の有効高さは次の大さ以上とすべし。

両端自由支承の場合..... $\frac{1}{20}l$

連続桁又は両端固定桁の場合..... $\frac{1}{25}l$

茲に l は桁の支間とす。

(2) 桁に於て並行なる抗張主鉄筋相互間の純間隔は 2.5cm 以上にして、鉄筋直徑の 1.5 倍以上とすべし。但し鉄筋重ね合せの箇所には鉄筋直徑の 1 倍

迄之を縮小することを得。

主鉄筋の配列は支承上、其の他特別なる場合を除き 2 段を超ゆべからず(第六圖参照)。

(3) 桁に於ける抗張主鉄筋は尠くとも其の数の $1/3$ を曲上げずして支承上に達せしむべし。

(4) 肋筋は抗張主鉄筋に圍繞せしめ其の端を抗壓部コンクリートに碇着せしむべし。

桁には常に肋筋を配置し、其の間隔は桁の有効高さの $1/2$ 以下とすべし。但し計算上必要ならざる部分にては桁の有効高さ迄増大することを得、肋筋の直径は 6mm 以上とすべし。

(5) T 桁に於て版の主鉄筋が桁に並行なる場合には桁に直角に相當の用心鉄筋を版の上部に配置すべし。此の用心鉄筋は版の横鉄筋を兼用することを得。

解 説

(1) に就て

桁の有効高さが支間に比して餘り小であると、桁の撓度が大になつて實際上不便であるし、斜張應力による龜裂を生じ易い。又抗壓鉄筋を多量に使用しなければならぬ様な事が起つて不經濟でもある。以上の様な實際上的考慮から、桁の有効高さと支間との關係が規定してある。此の規定によると、支間の中央に於ける桁の有効高さを桁の全高の 0.9 と假定する時、桁の全高と支間との比は、兩端自由支承の場合 $1/18$ 、連續桁又は兩端固定の場合 $1/22.5$ 以上とすべき事になる。

(2) に就て

抗張鉄筋をして充分なる附着強度を發揮させるためには、鉄筋が相當の厚さのコンクリートに圍繞されなければならぬ事は明白である。此の目的に對して、抗張鉄筋相互間の空きを何程にすべきかと云ふ事の正確な理論的計算は、今日の處、未だ出来ないのであるが、概略の算定によると、水平方向に於て、尠くとも、鉄筋の直径より大なる空きを有せしめる事が必要である。それで安全を取つて鉄筋直径の 1.5 倍以上とすべき事に規定してある。又鉄筋の直径が小であつても相互の空きが 2.5cm 以下では、鉄筋の周りにコンクリートが充分行き互る様に施工することが困難である。尙ほ抗張主鉄筋相互の空きが定まれば、第十三條(2)によつて使用すべき粗骨材の最大寸法が定まる。

鉄筋重ね合せの箇所には、以上の規則に従ふことが困難の場合が多いから、鉄筋直径の1倍迄縮小することが許されて居る。

鉄筋を数段に配列すれば、水平方向の鉄筋の相互の空きを大にすることは容易になるけれども、各段の鉄筋に於ける張應力に大なる差が生ずるのは面白くない。だから、之を避けるために、普通2段を超えぬ様にすべきである。

2段の配列をなす時には、上段に於ては下段よりも水平方向の空きをなるべく大にし、上段のものは凡て曲鉄筋として用ひる様にするのが適當である。

特別の場合として、3段の配列を用ふる時には、最下段の鉄筋は凡て之を支承上に於て充分碇着せしめ、尠くとも、抗張鉄筋全断面積の $1/2$ は曲鉄筋として桁の抗壓部に碇着するがよい。

鉛直方向に於ける抗張主鉄筋相互の空きは、水平の間隔より幾分小にしても差支ないとされて居るが、尠くとも1.0cm乃至1.5cmは必要である。2.5cm以上、鉄筋直径の1倍以上とすれば安全である。

本項に規定された抗張主鉄筋相互間の空きより小なる間隔を用ふることが是非必要である場合には、鉄筋を配合のよいモルタルで十分に包むことが必要で、之は施工上注意を要する事である。

(3) に就て

桁の自由支承端附近に於ても、少量ではあるが、正の徑間彎曲率が働いて居るから、之に對する抗張鉄筋が充分なる附着強度を有するために、必要な丈の数は支承上に達せしめて碇着することが必要である。實驗の結果によると凡ての抗張主鉄筋を曲鉄筋として用ひると、曲鉄筋としての効果迄も、殆んど認められなくなる。それで、尠くとも $1/8$ 位は曲げ上げずして支承上に達せしめることが、實際上必要である。

連続桁の支承上に於ては、正彎曲率が働かないから、一寸考へると、徑間に於ける抗張主鉄筋を凡て曲鉄筋として使用して差支へない様に思はれるが、連続桁に於ては、硬化中に生ずるコンクリートの收縮、温度の降下等のために桁全體として、桁の下側に張力の働くものであるから、徑間の抗張主鉄筋は尠くとも $1/8$ は曲げ上げずして、支承上に達せしめるのが安全の上から必要である。

(4) に就て

肋筋を抗張主鉄筋に圍繞せしめることは、肋筋の働きから考へて、誠に當然のことであるが、突桁又は連続桁の負彎曲率に對する抗張鉄筋に圍繞させる場合などに於て、之がよく間違ふので、特に注意してある。

筋筋の端を充分抗圧部に碇着することは、筋筋の抗張力を發揮せしめる上から極めて大切である。桁には常に筋筋を配置すべしとされてあるのは、殊に T 桁などに於て、筋筋によつて桁の抗張部分と抗圧部分との連結を確實にせむとする主旨によるものである。筋筋が有効な働きをするためには、尠くとも筋筋の一つが、桁の高さの中央以下に於て、任意の 45° の傾斜をなす龜裂線と交る様に其の間隔を定めることが必要である。それで、筋筋のみを腹鉄筋として斜張應力を受けさせる桁の部分にあつては、筋筋の中心間隔を桁の有効高さの $1/2$ 以下とする必要がある。但し筋筋が計算上必要でない部分にあつては、桁の有効高さ位までは増大してよいことになつて居るが、此の場合でも、なるべく有効高さの $2/3$ 以下にするのが安全である。

筋筋の直径を 6mm 以上としてあるのは、筋筋をして相當の剛性を有せしめることと、筋筋の間隔があまり小にならぬための實際上の考慮によるのである。

(5) に就て

T 桁に於て版の主鉄筋が桁に並行なる場合には、T 桁に直角なる方向に於て、T 桁の突縁として働く版の部分に生ずる負彎曲率をうけしめるためと、T 桁の腹部と突縁部との結合を確實ならしむるためとに、突縁の有効幅として計算に用ひられる版の部分の上側に、相當の安全鉄筋を配置することが必要である。若し版の横鉄筋が T 桁の上で曲げ上げてあれば、之を此安全鉄筋に兼用させてよい譯である。此の用心鉄筋の量は、桁に直角に、尠くとも 1m につき直径 8mm の鉄筋 6 本若しくは之と相當以上の鉄筋を使用することが必要である。

第二節 外力に依る彎曲率及剪力

第七十九條 版及桁の支間

- (1) 自由支承の版及桁の支間は支承面の中心間隔とす。但し支承面の奥行長さ場合には、徑間に版又は桁の中央の厚さを加へたるものとなすことを得。
- (2) 連続版及連続桁の支間は、支承面の中心間隔とす。

解 説

(1) に就て

自由支承の版及桁と云つても、實際多くの場合、版又は桁は相當奥行の支承面上に載つて居るのであるから、桁に生ずる彎曲率及剪力を計算するための支間をどれ

丈の長さを取るのが眞に正しいものであるかと云ふ事を、理論上決定することは甚だ困難である。それで、経験上充分安全であると云ふ事から、支承面の中心間隔を以つて、支間とするが一般なのである。但し、支承面の奥行の長い場合には、支承面の中心間隔を取ると支間が過大になるから、経験上安全であると云ふ見地から、徑間に版又は桁の中央の厚さを加へたものに採つて差支ないと規定してある。設計の出来て居る版又は桁の支間は、此の規定から直ちに定まるが、設計前で、徑間が與へられて居る時には、支承面の奥行の長さも、版又は桁の中央に於ける厚さも不明であるから、此の規定が直ちに適用出来ない。此の場合に桁に於ては、徑間にその 5% を加へたるものを支間を取つて計算を進めれば、経験上計算をやり直さないでよいのが普通である。尚ほ支承面の奥行の長さは支壓應力其他の関係から定められるものである。

(2) に就て

本項で連続版及連続桁の支間は支承面の中心間隔と規定されて居るが、建築物等に於て、支承面の奥行の長さが階層高さの 1/5 以上の場合で、桁が支持臺（支承を形成せる柱又は壁）と耐彎曲的に結合されて居るか若くは相當の上載荷重を支持臺上に有する時には、連続桁を最早や連続と看做さず、その支承點に於て、完全に固定されたものとして計算し、徑間にその 5% を増加したものを支間と採る方が適當である。斯くの如く實際の構造に即して連続桁と考へるより、兩端固定桁とした方が眞に近いものがあるから注意して設計せねばならぬ（第八十一條解説参照の事）。

第八十條 一方向にのみ主鐵筋を有する連続版の彎曲率

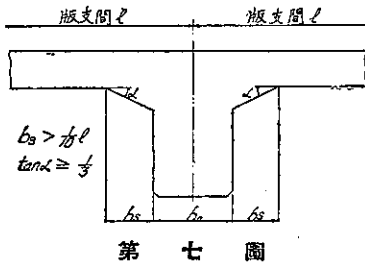
一方向にのみ主鐵筋を有する連続版の彎曲率を求むるには、一般に自由支承上の連続桁に對する算定法に依ることを得。但し鐵筋コンクリート桁に結合せられたる連続版にありては、其の正負最大彎曲率を次の如く増減するものとす。

(イ) 桁の中間にある連続版の活荷重に依る負徑間彎曲率は其の 1/2 のみを採るものとす。

(ロ) 正の最小徑間彎曲率は兩端固定桁として計算したるものよりも小なるべからず。

(ハ) 支間が相等しき場合又は相等しからざるも最小支間が最大支間の 0.8 倍以上なる場合には、等布荷重に對し次の彎曲率を用ふることを得。

正の最大径間彎曲率



隅縁の長さ $\frac{1}{10}l$ 以上にして
 其の高さ $\frac{1}{30}l$ 以上なる場合 其の他の場合

(第七圖参照)

端の径間に於て $M = \frac{1}{12}wl^2$ $M = \frac{1}{10}wl^2$
 中間の径間に於て $M = \frac{1}{16}wl^2$ $M = \frac{1}{14}wl^2$

負の最大支承彎曲率

	二径間の場合	三径間以上の場合
第一内部支承に於て	$M = -\frac{1}{8}wl^2$	$M = -\frac{1}{9}wl^2$
其の他の内部支承に於て	—	$M = -\frac{1}{10}wl^2$
負の最大径間彎曲率	$M = -\left(\frac{w_l}{2} - w_a\right) \frac{l^2}{24}$	

解 説

鉄筋コンクリート連続版は、桁又は壁など、単一體的に造られることが甚だ多い。此の場合に、彎曲率を求むるための理論的計算は實際上不可能の場合が多いし、又不可能でないにしても非常に面倒である。しかも所謂理論的計算なるものも澤山の假定を含むて居るため、矢張、實際とは可成り遠ざかつて居るものである。

それで計算を簡単にするために、斯くの如き場合でも、矢張、自由支承上の連続桁に對する普通の計算法によつて彎曲率を求めることが多いが、實際上それで充分満足な結果が得られるのである。故に本示方書にも之に依つてよい事を規定したのである。

只鉄筋コンクリート桁に結合されて居る連続版を、自由支承上の連続版であると假定することは、事實に可成り遠い假定であるから、之は實際に適應せざるために、計算された彎曲率の値を適當に増減する必要がある。此の修正も本條に(イ)、(ロ)、(ハ)と區別して示してある。

(イ) に就て

桁の中間にある連続版の活荷重による負径間彎曲率の最大値は、考へて居る径間に活荷重が加はらず其兩側の径間に活荷重が働く時に起る。而して自由支承上の連続版に於ては、兩側の径間に於ける活荷重の影響が完全に働くけれども、版が鉄筋

コンクリート桁と堅固に結合されて居る時には、版の変形が此の桁の回轉に對する抵抗によつて妨げられるから、版の兩側徑間に於ける活荷重の影響が完全に働かない。故に此の影響を考慮し、負の徑間彎曲率を求めるには、相隣れる徑間に於ける活荷重の影響は其の全部を取らないで、その $1/2$ を採ることにしてある。 $1/2$ と云ふ數字は獨逸の標準示方書に於ても採用して居る處である。

(ロ) に就て

鐵筋コンクリート桁と堅固に結合された連続版は、兩端固定の版と考へることも出来る。故に正の徑間彎曲率は兩端固定桁として計算した値より小にとらぬのが安全である。従つて此の(ロ)は多徑間中の一二の徑間が主に負の徑間彎曲率のみを受ける様な立場にある時の、夫等の徑間の設計に關する注意である。

(ハ) に就て

數徑間に互る連続版に生ずる彎曲率を求むることは、自由支承上の連続桁に對する算定法に依るにしても、可成り面倒であるし、又正確な計算をしても餘り價値のない場合が多い。例へば、床版等に於て、理論上正の最大徑間彎曲率を生ずる載荷の條件は、活荷重を一つおきの徑間に載せると云ふ様な、實際めつたに起らないものである。それで、支間が相等しいか、又は支間が略々相等しい連続版が等布荷重を受ける場合には、計算の簡單のために、或る定まつた正及負の最大彎曲率の値を用ひて、連続版を設計する場合が尠くない。本項は此の場合に使用すべき最大彎曲率の値を示したものである。

連続桁の理論から云ふと、最大彎曲率に對する係数は、死荷重と活荷重とに對し異なつた値を有する。然し普通に起つて來る場合に就いて云ふと、活荷重は死荷重の 2 倍乃至 5 倍であつて、此位の範圍に就いて計算してみると、活荷重及死荷重の兩者に對して同一の係数を用ひて實際上差支へない事が解る。それで活荷重及死荷重の和に對しての係数が與へてある。

版は自由支承上にあるものと假定して彎曲率を計算するにしても、實際は支承に於て相當固定されて居るのが普通であり、又支承は相當な奥行の長さ(以後幅と稱す)を有するものであるから、規定によつて支間を支承面の中心間隔に取れば、支承面の端に於ける負彎曲率は、計算によつて得られる支承の負最大彎曲率よりも甚だ小である。例へば、支承の幅が支間の $1/12$ である時、支承の縁端に於ける負彎曲率は、支承の中心に於けるものより 25% 小である。

尙ほ、版は之に連接せる版によつて大に強度を増大されるし、又版は桁に比して甚だ構造が簡單であるから、安全度を桁の場合より幾分小にとつてよい。

以上の様な事を考慮して、本條（ハ）の係数が定められたのである。之等の數字は、大體獨逸の標準示方書に於ても採用されて居るもので、充分安全なものである。

負の最大徑間彎曲率に對する式は本條（イ）及（ロ）の規定から直ちに出て來るものである。

本項に示してある彎曲率の値は、支間が相等しいか、又は相等しからざるも、最小支間が最大支間の 0.8 倍以上で、等布荷重を受ける場合に使用するものであつて、支間が非常に異なつて居るか、集中荷重を受ける様な場合に於ては、連續桁の理論によつて彎曲率を計算しなければならないことは勿論である。

第八十一條 二方向に主鐵筋を有する版の彎曲率

二方向 x 及 y に各主鐵筋を有する矩形版に於て、短邊の長さが長邊の長さの $1/2$ 以上なる場合には、等布荷重に對し次の如くにして其の彎曲率を求むることを得。

x の方向に於ける分擔荷重

$$w_x = w \frac{l_y^4}{l_x^4 + l_y^4}$$

y の方向に於ける分擔荷重

$$w_y = w \frac{l_x^4}{l_x^4 + l_y^4}$$

茲に

$l_x = x$ の方向に於ける版の支間

$l_y = y$ の方向に於ける版の支間

とす。

正の最大徑間彎曲率

自由支承の場合

$$M_x = \frac{1}{8} w_x l_x^2$$

$$M_y = \frac{1}{8} w_y l_y^2$$

準固定支承の場合

$$M_x = \frac{1}{16} w_x l_x^2$$

$$M_y = \frac{1}{16} w_y l_y^2$$

固定支承の場合

$$M_x = \frac{1}{24} w_x l_x^2$$

$$M_y = \frac{1}{24} w_y l_y^2$$

負の最大支承彎曲率

自由支承の場合

$$M_x = 0$$

準固定支承の場合

$$M_x = -\frac{1}{10} w_x l_x^2$$

固定支承の場合

$$M_x = -\frac{1}{12} w_x l_x^2$$

$$M_y = 0 \qquad M_y = -\frac{1}{10} w_y l_y^2 \qquad M_y = -\frac{1}{12} w_y l_y^2$$

茲に

$M_x = x$ の方向に於ける最大彎曲率

$M_y = y$ の方向に於ける最大彎曲率

解 説

平面が矩形である版に於て、短邊の長さが長邊の長さの 1/2 以下である場合には、版に加へられる荷重の殆んど全部は、短邊の方向の主鐵筋版の働きによつて受けられるものである事が、理論的に證明されて居る。短邊の長さが長邊の長さの 1/2 以上である時は、版に加へられる荷重は、凡ての方向に彎曲率を生ずるものであるから、抗張主鐵筋は二方向以上に配置しなければならない。斯くの如き版が任意の荷重を受ける場合の計算は甚だ複雑である。それで正確なる計算の代りに、近似的解法が多く用ひられて居る。

本條には近似的解法の一つが示してある。此の方法は版を矩形の兩邊に平行な多くの細長帯に分割して考へ、荷重が之等の縦横二方向の細長帯の 2 群により、分擔されるものと假定するのである。版の支承が自由支承なるか、固定支承なるか、又は多くの徑間に擴がれる連続版なるかによつて、之等の細長帯を、兩端自由支承版、固定版若くは連続版と考へ、普通の一方向に主鐵筋を有する版としての應力分布により、荷重を支へるものと考へる。従つて抗張主鐵筋は縦横二方向の分擔に應じ縦横二方向に配置される。本條には版の四周の支承状態が同一であり、版の全面に等布荷重が載る場合に對し、縦横二方向の細長帯によつて分擔される荷重強度の標準が示してある。正確な計算を行はない時には、之によつて差支ない。之は Grashof-Rankine の解法としてよく知られて居るものである。版の一部分に等布荷重が載る場合、又は集中荷重を受ける様な場合は、本示方書に示してないのであるから、場合に應じて夫々適當なる解法によらなければならぬ。

尙ほ、本條には、一方向に主鐵筋を有する版の場合の様に、各種の支承状態に應じて、各方向の細長帯に起る最大彎曲率の値が示してある。そして支承の状態を自由支承、準固定支承、固定支承の三つの場合に分けてある。

準固定支承と云ふのは、版が鐵筋コンクリート桁などに結合された場合又は連続版の場合で、鐵筋コンクリート版に於ける最も普通の支承を指すのである。

固定支承として取扱ひ得るのは、支承の構造が固定支承として起る負彎曲率 M_f に充分抵抗しうる事が計算上證明し得る場合に限るものである。計算上の證明は次の如くである。

A 圖に於て、壁の長さ 1m につき、支承に
来る荷重を G kg、壁の厚さを s cm と
すれば、固定支承としては、

$$G = \frac{M_f}{s} = \frac{3M_f}{s} \text{ kg}$$

だけの荷重が加へられて居る事が必要である。
即ち G は支持臺上に必要なる上載荷重
である（第七十九條（2）解説参照）。

之によつて生ずる壓應力は、

$$\sigma = \frac{2G}{s \times 100} \text{ kg/cm}^2$$

であつて、 σ は壁の材料の許容壓應力以下で
なければならぬ。

又特別の場合には、壁の材料の許容壓應力
の方から、次の如くにして計算して得られる
固定力率 M_f が、版が固定支承を有するもの
として計算される時の固定端の力率より大で
なければならぬ。

B 圖に於て、 σ を壁材料の許容壓應力とす
れば、支承の長さ 1m に對して、

$$\sigma = \frac{2G}{3e100}$$

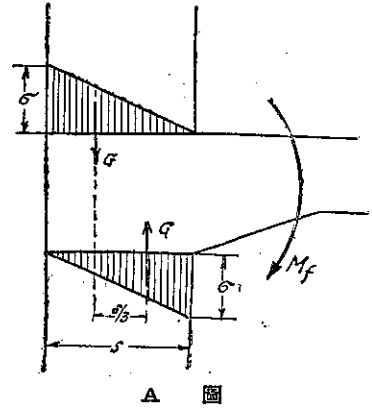
$$\therefore c = \frac{2G}{300 \sigma}$$

$$\therefore M_f = G(s-2c)$$

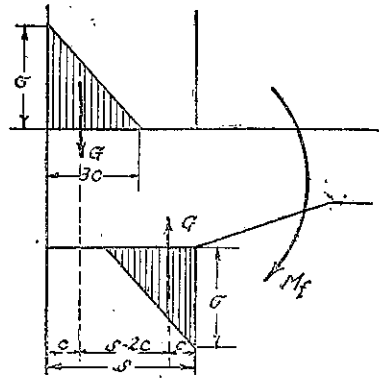
（茲に G は上載荷重、第七十九條（2）解説参照）

之が支承に於て抵抗しうる固定力率の最大値である。

自由支承（實際に於て斯かる構造は單徑間のみ存在し得る）及固定支承の場合
に對する彎曲率の値は、單徑間の普通の計算で得られるものである。準固定支承の
場合（普通の連続版の支承はほぼ此の準固定支承である。第七十九條（2）の解説參
照）に對する値は、普通の場合に對して充分安全である値の標準を示してある丈で
あつて、支承の構造に應じて適當に増減すべき性質のものである。



A 圖



B 圖

第八十二條 連続桁の彎曲率

連続桁の彎曲率を求むるには、自由支承上の連続桁に對する算定法に依ることを得。但し鉄筋コンクリート支持桁、支柱等に結合せられたる連続桁にありては其の正負最大彎曲率を次の如く増減するものとす。

(イ) 準固定支承の連続桁の活荷重に依る負徑間彎曲率は其の $2/3$ のみを採るものとす。

(ロ) 正の最小徑間彎曲率は兩端固定桁として計算したるものよりも小なるべからず。

(ハ) 支間が相等しき場合又は相等しからざるも最小支間が最大支間の 0.8 倍以上なる場合には、等布荷重に對し次の彎曲率を用ふることを得。

正の最大徑間彎曲率

端の徑間に於て $M = \frac{1}{10}wl^2$

中間の徑間に於て $M = \frac{1}{14}wl^2$

負の最大支承彎曲率

二徑間のみの場合

三徑間以上の場合

第一内部支承に於て $M = -\frac{1}{8}wl^2$

$M = -\frac{1}{9}wl^2$

其他の内部支承に於て —

$M = -\frac{1}{10}wl^2$

負の最大徑間彎曲率

$$M = -\left(\frac{2}{3}w_l - w_a\right)\frac{l^2}{24}$$

解 説

連続桁の彎曲率を求めるのに、自由支承上の連続桁に對する算定法に依ることを得と規定してあるのは、第八十條の場合に説明してある様に、計算を簡單にするためである。

然し、鉄筋コンクリート支持桁、支柱等に結合された連続桁を自由支承上の連続桁と假定することは、可成り事實に遠いものであるから、之を實際に適應させるために、此假定に依つて計算された彎曲率の値を適當に増減する必要がある。此の修正を本條に示してある。

(イ) に就て

鉄筋コンクリート桁は之が鉄筋コンクリート支持桁、支柱等に結合されてゐるにしても、完全なる固定の條件を満足することは稀で、一般に準固定の支承として取扱はれるのである。準固定支承の連続桁に於ては、考へて居る径間の兩側に於ける活荷重の影響は、桁の變形が之を支持する桁又は柱の回轉抵抗によつて妨げられるから、自由支承の連続桁の場合の様に完全に働かない。此の影響を考慮して、活荷重による負徑間彎曲率はその $2/3$ を採ることにしてある。 $2/3$ と云ふ數字は獨逸の標準示方書に依つたものである。版の場合（第八十條（イ））には $1/2$ を採つてよい事になつて居るが、桁の場合には安全度を大にして、 $2/3$ を採ることにしたのである。

(ロ) に就て

第八十條（ロ）に對して解説したと同様の理由に依るのである。

(ハ) に就て

等布荷重に對して最大彎曲率が與へてある理由及之の適用の範圍等は第八十條（ハ）に就て述べたと同じである。

係數の値は第八十條（ハ）の場合に準じてある。

負の最大徑間彎曲率に對する式は（イ）及（ロ）の規定から出て來るものである。

第八十三條 版及桁の剪力

(1) 連続版を支ふる内方支持桁の受くる版の等布荷重は、桁の兩側に於ける版の中心線より中心線迄の荷重となすことを得。

(2) 桁を支ふる柱等の受くる等布荷重は、總ての桁を單桁として計算することを得。

解 説

(1) に就て

連続版を支へる内方支持桁が受ける荷重は、版を自由支承上の連続桁と假定して計算するにしても支持桁の撓度により大いに影響されるから、正確な値を求める事は不可能ではないにしても、甚だ面倒である。等布荷重を受ける場合には、版の連続性を無視して桁の兩側に於ける版の中心線から中心線迄の荷重を受けるものとすれば、計算が甚だ容易になるし、之に依つて生ずる誤差も餘り大きくない。それで、

本項の規定が生れたのである。但し集中荷重に對してまで斯かる略算を行つてはならない。

(2) に就て

(1) の場合に於けると同様な理由で、桁を支へる柱等の受くる荷重を求めるには、等布荷重の場合桁の連続性を無視して單桁として計算してよいことにしてある。之は第九十一條(3)と同じ事を云つて居るのである。

第 三 節 内 力

第 八 十 四 條 獨 立 せ る 桁

獨立せる桁に於ける側方支持間の距離は矩形桁に於ては幅の 15 倍以下、T 桁に於ては腹部の幅の 25 倍以下とすべし。

解 説

獨立せる桁(版と關係なく造られた桁)に於て、側方支持間の距離が餘り大であると、抗壓部に於けるコンクリートが壓力のために横にバツクルする惧れがある。

矩形桁の場合、バツクリングを避けるため、側方支持間の距離を幅の何倍にするのが適當であるかを計算することは、甚だ困難であるが、大體支柱の場合と同様であると考へれば、充分安全である事は明白である。それで矩形桁の場合には、大凡 15 倍と云ふ數が得られる。

T 桁の横方向に於けるバツクリングに對する抵抗は、矩形桁の場合より餘程大である。普通に用ひられる獨立せる T 桁の断面寸法から考へて、側方支持間の距離を腹部の幅の 25 倍以下にすれば充分安全である。

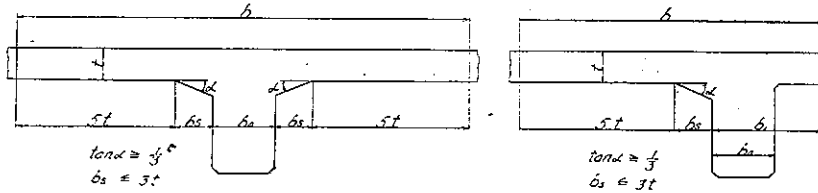
本條は設計細目に屬すべき條の様に見えるが、獨立せる桁の抗壓部中内力が有効に働く幅(次の條(3))を規定する準備の様なものであるから、内力の節の中に掲げたのである。

第 八 十 五 條 T 桁 の 突 縁

(1) T 桁の突縁の抗壓有效幅は次式に依りて求めたる値を超ゆべからず。
兩側に版ある場合(第八圖参照)

$$b = 10t + b_s + 2b_s$$

但し b は兩側に於ける版の中心線間の距離より大ならず、又桁支間の $1/2$ を



第 八 圖

超ゆべからず。

片側に版ある場合 (第八圖参照)

$$b = 4t + b_1 + b_s$$

但し b は版支間の $1/2$ より大ならず, 又桁支間の $1/4$ を超ゆべからず。

(2) T 桁の突縁の厚さは 10cm 以上たるべし。

(3) 獨立せる T 桁の突縁の厚さは腹部の幅の $1/2$ 以上とし、之の有効幅は腹部の幅の 4 倍を超ゆべからず。

解 説

(1) に就て

(a) 兩側に版ある場合

甚だ大なる突縁の幅を有する獨立せる T 桁の試験の結果は、突縁に於ける壓應力は、全幅に互つて殆んど等齊に分布して居る事を示して居る。従つて連續版が突縁となつて居る T 桁の場合には、隨分大きい幅の版の部分が T 桁の突縁の有効幅として働きうることを期待し得るのである。然し、T 桁の突縁の有効幅が何程であるかと云ふ事の理論的結論は未だ出來て居ない。

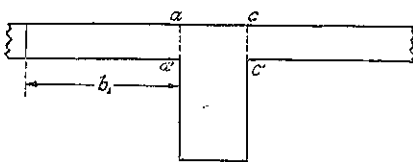
突縁の厚さが小である時に、あまり有効幅を大に取れば、C 圖に於て、 $a a'$ 、 $c c'$ 面に於ける剪應力が、 $a' c'$ 線に於ける剪應力よりも大になつて、 $a a'$ 、 $c c'$ 線で破壊を生ずる惧れがある。此の點から云ふと、C 圖に於ける b_1 なる幅は版の厚さの 5 乃至 6 倍位に制限するのが望ましい。

本示方書では、之等の事を考へ、各國の規定を参照して、充分安全な様に

$$b = 10t + b_0 + 2b_s$$

と云ふ値以下と撰ばれたのである。

又 b の値を版の中心線間の距離より大に取れば、版の同じ部分を相隣れる T 桁の突縁として二度使用することになるから、 b を版の中心線間の距離より大に取つ



C 圖

てならない事は當然である。

普通の場合には、以上の二つの条件の中の一つで b が定まるが、之等によつて定まる b が桁の支間の $1/3$ より大である様な場合には、但し書きにより桁支間の $1/2$ 以下を突縁の有効幅にとることになつて居る。之は支間の小さい桁に於ては、餘り大なる幅に壓應力が傳達するとは考へられないからである。

(b) 片側に版のある場合

不對稱の T 桁は、普通、對稱なる T 桁の場合と同様にして計算される。之は T 桁に於ては、突縁として働く版又は T 桁について居る小桁によつて、T 桁の横方向の變形が妨げられるから、變形は鉛直方向のみに起るものと考へられ、従つて中立軸は水平であると考へることが出来るからである。

然し、不對稱の T 桁が横方向に支持されずに自由に變形をなしうるものであれば、不對稱の桁として計算すべきであつて、本示方書には此場合を含んで居らないのである。

$$b = 4t + b_1 + b_2$$

及其他の規定は兩側に版ある場合に準じて定めたのである。

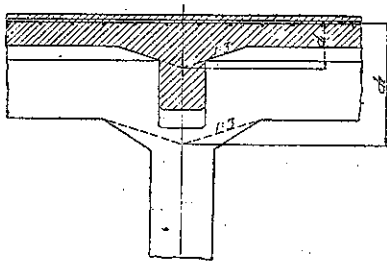
(2) に就て

之は第七十七條 (2) に於て版の最小厚さが定められたと同様な理由である。

(3) に就て

獨立せる T 桁の突縁の厚さ及其の有効幅も、實驗を基として定められた外國の規定を参照して、充分安全である様に定めたものである。

第八十六條 隅縁及ハウンチ



第九圖

連續版及連續桁の支承に於ける負彎曲率に依る應力の計算に於ては、隅縁又はハウンチを考慮し此の部分に於ける版及桁の有効高さを大に取ることが得。

此の場合隅縁若くはハウンチは $1:3$ よりも緩なる傾斜の部分のみを有効とすべし。

解 説

連続版又は連続桁の支承上に於ては、鉄筋の配置に便である事、経済的である事、負鉄筋の降下による抵抗力率の減少に備へる事等のために、隅縁（版の周りの肉厚部分）又はハウチ（桁の端の肉厚部分）を設けて桁の有効高さを増加するのが普通である。然し、餘り小さい隅縁又はハウチを付けても、桁の有効高さを増加するものと考へることは出来ない。

本條は安全のため、1931年の獨逸の標準示方書に依つて、1:3よりも緩なる傾斜の部分のみの隅縁若くはハウチを有效部分と定めたものである（第九圖参照）。

第八十七條 剪 應 力

- (1) 桁に於ける剪應力 τ は次式に依りて計算すべし。

$$\tau = \frac{S}{b_0 jd} = \frac{S}{b_0 z} \dots \dots \dots (7)$$

茲に S は桁断面の剪力、 b_0 は桁断面腹部の幅、 $z = jd$ は全壓應力の作用点より抗張鉄筋断面の重心迄の距離とす。

- (2) 版及桁に於て剪應力が 4.5kg/cm^2 を超過したる部分にありては、其の部分及之に近接せる相當の範圍の部分の全剪應力を腹鉄筋（肋筋又は曲鉄筋若くは兩者の併用）に負擔せしむべし。

- (3) 版及桁に於て腹鉄筋を有する場合と雖も、腹鉄筋を無視して求めたる剪應力は 14kg/cm^2 を超過すべからず。

- (4) 曲鉄筋の配置を設計するに使用する基線は桁高の中央に置くべし。

解 説

(1) に就て

桁に於ける剪應力 τ を計算するに使用すべき (7) 式に就いては説明を省略する。唯、注意すべきことは、(7) 式で計算する剪應力 τ は常に、斜張應力を測る手段として用ひられる事であつて、パンチング・シーヤの場合を考へてゐるのではない。パンチング・シーヤに対するコンクリートの強度は抗壓強度の大約 $1/2$ であつて、之について考慮を要する場合は稀である。

支柱を支へるフーチングの様な場合に於ても、パンチング・シーヤに對しては、安

全率を 4 に取つても、普通のコンクリートについて 1cm^2 につき十數 kg 以上の許容應力を用ひることが出来るのである。但し、大なるパンチング・シーヤを生ずる時には、一般に、(7) 式の τ で測られる斜張應力が大となるから、適當な斜張力鐵筋を有しない時は、パンチング・シーヤで破壊を起す前に、矢張、斜張應力のために破壊を生ずるのが普通である。

コンクリートは抗張力の低い材料であるから、剪應力と彎曲張應力との合成應力たる斜張應力のために、容易に破壊する。而して、此の斜張應力は種々の條件によつて異なるが、(7) 式で示される τ の値は、斜張應力に最も大なる關係があり、又中立軸に於ける斜張應力を表はすから、斜張應力の計算を成る可く實用的に、簡單にする爲めに、一般に (7) 式の τ が斜張應力を測る手段として用ひられるのである。

(2) に就て

腹鐵筋の設計をなすには、

- (a) 斜張應力を測る手段として用ふる剪應力 τ が何程の値に達した時に腹鐵筋を必要とするか、
- (b) τ がある一定の値を超過した時に、斜張應力を凡て鐵筋で受けさせるか、又はコンクリートをして斜張應力の一部を受けしめ、残りを鐵筋で受けさせる様にするか、
- (c) 如何に充分に腹鐵筋を使用しても、之を無視して計算した τ の値が一定の値を超過すると、實驗上斜張應力による龜裂を生ずるものであるから、之を防ぐためには τ が一定の値以下になる様に、コンクリートの斷面を増大しなければならぬ。此の場合の τ の値を如何程に定めるか、

と云ふ事を決定しなければならぬ。之等の事は凡て實驗の結果を基として定むべき事であるが、實驗の結果を判斷することに就て、世界の大家の意見が未だ一致して居らぬ。例へば、米國の標準示方書と、獨逸の標準示方書とは此問題の取扱ひ方について、可成りの差がある。本示方書は大體獨逸の方法に従つたものであるが、以上の事項に對する規定が (2) 及 (3) 項に示してある。

腹鐵筋を有せざる桁の試験によると、(7) 式で計算した τ の値が 12kg/cm^2 乃至 14kg/cm^2 に達すると傾斜龜裂が生ずるものである。それで、 τ が許容應力 4.5kg/cm^2 以下であれば、腹鐵筋を使用しないでも、約 3 の安全率があることになる。安全率が 3 あれば、彎曲率に對して抗張鐵筋が有する普通の安全率よりも大になつて居るから、桁は斜張應力に對して充分安全であると云へる。それで版又は桁に於て剪應力が 4.5kg/cm^2 を超過せざる場合は腹鐵筋に就いて計算をする必要はないとしたのである。

次に τ が 4.5kg/cm^2 を超過した時には、其部分の全剪應力を全部腹鉄筋で受けさせるべしと規定したのは、剪力に対して、尠くとも、彎曲率に對すると同様な丈の安全度を保證せんとする主旨から出て居る。

τ が 4.5kg/cm^2 以下であれば、腹鉄筋はいらないが、 4.5kg/cm^2 以上になれば、急に其部分に於ける全剪力を腹鉄筋のみで受けさせることにするのは、一寸考へると不都合である様であるが、之は次の様な理由によりその必要があるのである。

斜張應力を受けるためにコンクリートと腹鉄筋とが協同して働きうるのは、コンクリートが鋼と共に腹鉄筋の方向に於て必要な丈の長さの變形をなしうる範囲内に於てのみの事である。

然るに、コンクリートが鋼と共に、伸長しうる量は、多くとも 1m につき 0.2mm 位のもので、此際に於けるコンクリートの張應力は約 16kg/cm^2 位に達し、同時に傾斜腹鉄筋に生じて居る張應力は、鋼の弾性係数を $2,160,000\text{kg/cm}^2$ にとれば、 432kg/cm^2 にすぎない。故に、コンクリート及鋼に於て夫々 4.5kg/cm^2 及 $1,200\text{kg/cm}^2$ と云ふ様な應力が同時に働くこと云ふ事はあり得ないのである。即ち、コンクリートに於ける張應力が 4.5kg/cm^2 である時には之と同時に、鉄筋に生じて居る張應力は $1,000$ 乃至 $1,200\text{kg/cm}^2$ よりも非常に小さく、約 45kg/cm^2 位のものである。若し、鋼に實際 $1,000$ 乃至 $1,200\text{kg/cm}^2$ の張應力が働くとすれば、之の周りのコンクリートは既に龜裂（ヘヤー・クラック）を生じて居る譯である。

尚ほ、鉄筋コンクリート桁に於ては、凡ての部分に於て、破壊に對して相當な安全度を有すべきであると云ふ事から出立すると、許容荷重の下に於ける應力の分布状態を標準とせず、破壊の附近に於ける状態について充分考慮しなければならぬ。

τ が 4.5kg/cm^2 以下である時には前に述べた様に約 3 の安全率がある。腹鉄筋があれば傾斜龜裂の發生が幾分遅延するが、一層安全のために、腹鉄筋があつても、ない時と同様に τ が約 14kg/cm^2 に達した時に傾斜龜裂が生ずるものと假定して見る。すると、 τ が 4.5kg/cm^2 を超過して、例へば 7kg/cm^2 に達すると、此時 3 倍の荷重を受ければ、 τ は 21kg/cm^2 にならなければならぬが、傾斜龜裂は荷重が 2 倍になつた時に既に生ずる譯である。故に、龜裂が生じてから極荷重まで、コンクリートに於ける張應力の助けを借りず、鋼のみで斜張應力による破壊を防ぎ得る様に鉄筋を配置しなければならぬのである。

即ち、 τ が 4.5kg/cm^2 以上になる時には、コンクリートと腹鉄筋とは協同して働くものと考へずに、全斜張應力を腹鉄筋で受けさせて、必要なる安全度を有せしめる様にするのが安全なのである。

又剪應力が 4.5kg/cm^2 を超過したる部分に近接せる部分も、相當の範圍に亙り、其の全剪應力を腹鐵筋にて受けさせると云ふ事の目的は、桁の支間の中央附近に於ても、他の部分と同様な安全度をもたせるためである。

τ が 4.5kg/cm^2 以下である時には、斜張應力は凡てコンクリートで受けさせて差支へないとするならば（例へば支間の中央附近に於て）、 τ が 4.5kg/cm^2 以下である部分なら何處でも、矢張りコンクリートで斜張應力を受けさせてよいではないか、一旦桁の一部の最大斜張應力が 4.5kg/cm^2 を超過すると、之を超過しない其の近接の部分迄も、相當の範圍に亙つて全剪應力を鐵筋で受けしむべしと云ふ理由は、何故かと云ふ疑問が起る。

最大斜張應力 τ が 4.5kg/cm^2 を超過しない場合に於ては、傾斜龜裂に對して一般に充分な安全度を有するけれども、 4.5kg/cm^2 を超過する部分に近接せる相當の範圍に於ては、過分の荷重を受けた場合を想像すると、支間の中央附近に於て、多少彎曲率による傾斜したる龜裂が生ずることが豫想される。そして、龜裂が生じて居る斷面に於ては、水平方向にも剪應力を期待することは出来ない。然し、肋筋を使用してあれば、龜裂の間にある腹部のコンクリートは結構の抗壓腹部材の如くに働いて、間接に剪力に抵抗しうることになる。多くの實驗の結果によると、腹鐵筋がない所に龜裂が生ずると、抗壓コンクリート部分に働いて居る全壓應力は支端の方に下方に働かんとして、傾斜せる方向を取ることを示して居る。斯く、全壓應力が下方に向ふ理由は、一方には龜裂が傾斜せる事と又他方には肋筋を有せざる桁に於ては、彎曲率による龜裂が生ずるや否や抗張鐵筋とコンクリートの附着力が充分に働かなくなり、鐵筋に働く張力が彎曲率の減少に相當して早く減ぜざる事によるのである。故に、凡ての状態に於けるコンクリートと鋼との協同作用を充分にするために、又桁の各斷面に於て抗張鐵筋を彎曲率を基として決定することが出来るために、 4.5kg/cm^2 を超過したる附近に於ても、相當の範圍に亙り全剪應力を受けしめる丈の腹鐵筋を使用すべきであると云ふ事になるのである。肋筋が抗張鐵筋の滑動抵抗を高め、桁の安全度を大にすることは多くの實驗によりて證明されて居る事柄である。

尚ほ、第七十八條(4)により、桁に於ては抗壓部と抗張部との結束を完全にするために、肋筋を使用するのであるから、 4.5kg/cm^2 を超過した部分に於て、桁の支間の中央附近までの全剪應力を鐵筋で受けさせる様にしても、左程餘計に鐵筋を使用すると云ふ事にならないのである。

(3) に就て

剪應力 τ に或る制限を設ける理由は、一方に於ては多量の腹鐵筋を用ひても、之が剪應力に抵抗する働きについて疑があるから、あまり多量の腹鐵筋を使用することを避けるためと、他方に於ては、充分に腹鐵筋を使用した桁に於ても、腹鐵筋を無視して計算した τ の値が約 14kg/cm^2 以上に達すると傾斜龜裂があらはれると云ふ事とによるのである。而して、設計に假定された荷重の程度に於て、斯くの如き龜裂を許すことは面白くない事であるから、 τ が 14kg/cm^2 を超過したる場合には、斷面を増大すべき事を規定したのである。T 桁の腹部の寸法は此の制限からその最小寸法を支配される場合が多い。

(4) に就て

曲鐵筋の配置を定めるには、彎曲率圖を用ふる場合と、剪應力圖を用ふる場合とある。いづれの場合に於ても、曲鐵筋として利用しうる鐵筋がなるべく等齊な張應力を受ける様に、彎曲率圖又は剪應力圖から定められた點を、桁の軸に平行なある基線にプロットし、此の點を通つて曲鐵筋の傾斜に平行なる線上に曲鐵筋の位置を決定する。

此の基線の位置を桁の高さの中央に置くべしと云ふのは、曲鐵筋は桁の腹部に生ずる斜張應力の凡てを集めて受くべきであると云ふ考へから定めたのである。従來は、此基線を中立軸に取る人が多かつたのであるが、曲鐵筋は中立軸のみに於ける斜張應力を受けるものではないから、中立軸の位置より少し下に下げた桁の高さの中心に置くことにしたのである。基線を中立軸の位置などに即ち高く撰ぶと、曲鐵筋を桁支間の中央にあまり近く曲上げる事になり、又支點と之に一番近い曲鐵筋との距離が大になつて、彎曲率に對する餘裕を得るにも困難である。此の基線を桁の高さの $1/2$ に取ることが適當である事は、獨逸に於ける實驗の結果からも證明されて居るし、又曲鐵筋が結構の腹部材の如く働くものと考へる時、理論上からも正しいことになる。

第八十八條 附着應力

(1) 鐵筋の附着應力 τ_0 は次式に依りて計算すべし。

$$\tau_0 = \frac{S}{U_j d} = \frac{S}{U_s} \dots \dots \dots (8)$$

茲に S は桁の剪力、 U は鐵筋周長の總和とす。

前式に於て曲鐵筋及肋筋を併用して全剪力を受けしむる場合には、 S は全剪力の $1/2$ と採ることを得。

大なるコンクリートを造る妨げとなる傾向があるから、或る程度までコンクリートの抗圧強度を低下させる。この傾向は、鉄筋として形鋼を使用する様な場合に殊に大きい。それで、あまり少量の軸鉄筋を使用すれば、實際上其の効果があらはれず、反つてコンクリートの性質を悪くする位のものである。だから、帯鉄筋柱として、軸鉄筋の効果を計算に入れるためには其の最小断面積を定めておく必要がある。

(ii) 小断面積の軸鉄筋は、支柱が受け得る荷重の全體としての大さには大なる影響が無いけれども、コンクリートの局部的の弱點を通して、壓應力を傳達するには軸鉄筋は役立つものであるから、柱の安全度を大ならしめるのである。故に、其の意味から、相當な断面積の軸鉄筋を使用するが適當である。

(iii) 理論上は中心軸荷重を受ける支柱であつても、實際には、荷重の偏倚其他の原因によつて、支柱は中心軸荷重の外に彎曲率を受けるから、之に抵抗せしめるために相當な断面積の軸鉄筋を使用する必要がある。

最大量に就て

(i) 大なる断面積の軸鉄筋を有する帯鉄筋柱に就ての實驗の結果が比較的尠いので、其効果が能く解つて居らぬ。

(ii) 支柱の受け得る荷重を大にするためには、帯鉄筋柱で鉄筋を太くするよりも、螺旋筋柱を用ふる方が經濟的である、

(iii) 鉄筋とコンクリートとの弾性係数の比を 15 とすれば、軸鉄筋の断面積が、コンクリート断面積の 7% なる時、軸鉄筋の負擔すべき荷重の方がコンクリートが負擔すべき荷重よりも大となる。然れば、斯くの如き支柱は、コンクリートを鉄筋で補強した鉄筋コンクリート柱ではないと云ふ事が出来る。壓力に抵抗すべき部に於て、かく多量の鉄筋を使用することは經濟上からも甚だ不利である。

以上の様な理由から、帯鉄筋柱に於ける軸鉄筋の最小及最大断面積が規定されるのであるが、其の數値に就ては、各國の規程、建築條例などによつて、多少の差がある。日本の規定の數値は獨逸、米國などの規定を斟酌して定めたのである。猶ほ、規定には、所要コンクリート断面積 A の 0.8% 以上、3% 以下とあるから、耐火構造等で、計算に入れないコンクリート被厚が厚くなつたり、其他色々の事情で、計算上必要以上なコンクリート断面積を有する柱があつた場合、之に入れる鉄筋量は、實際の断面には關係なく、そのコンクリート断面中計算上必要なる部分のみを本項の A と考へて軸鉄筋を挿入すればよいのである。

(3) に就いて

帯鉄筋の目的は軸鉄筋のバックリングを防ぐこと、壓應力によつてコンクリー

トが横方向に擴大せむとするのを多少とも防いで、コンクリートの抗壓強度を充分に利用せむとする事にある。

支柱に加はる荷重が小である間は、軸鐵筋の周圍にあるコンクリートは軸鐵筋のバックリングを防ぐけれども、荷重が大になつて、コンクリートの破壊に近くなれば、コンクリートは軸鐵筋のバックリングに對して抵抗力を有しない事になる。故に柱の軸鐵筋は出来る丈眞直にし、充分狭い間隔に帶鐵筋を以て横方向に緊結し、鋼の彈性限度迄の抗壓力を利用し得る様にすべきである。

Tetmajer の長柱公式

$$\sigma_k = 3,200 - 12 \frac{l}{d}$$

で、軸鐵筋の直徑と、此の横方向に支持されざる長さとの關係を求めるために、此式に於て σ_k を鋼の彈性限度 $2,520 \text{ kg/cm}^2$ に取つてみれば、

$$l = \frac{3,200 - 2,520}{12} d = \frac{680}{12} \times \frac{d}{4} \doteq 14d$$

之によると、帶鐵筋の間隔は軸鐵筋の直徑の 14 倍以下たることを要することが知れる。それで帶鐵筋の間隔を軸鐵筋直徑の 12 倍以下に取れば、軸鐵筋のバックリングに對して充分安全である。

又、壓應力によるコンクリートの横方向の膨脹を多少とも防ぎ、充分にコンクリートの抗壓強度を利用しうる爲めに、帶鐵筋の間隔が、柱の最小幅以下に制限されて居るのである。

(4) に就て

軸鐵筋の直徑が 12mm 以下であると、その組立に際して剛性が不足し、軸鐵筋が眞直にならない惧れがある。

又、帶鐵筋が有効に働くためには、之を軸鐵筋に、移動しない様に堅固に緊結することが必要である。餘り徑の小さい帶鐵筋では此の目的を達することが出来ないし、實際上 6mm 以上の直徑のものを使用するのが便利であると云ふ理由によつて、帶鐵筋の直徑は 6mm 以上と規定されて居るのである。

第九十條 螺旋筋柱

- (1) 主要なる螺旋筋柱の直徑は 25cm 以上たるべし。
- (2) 螺旋筋柱に於ける軸鐵筋の數は 6 本以上たるべし。
- (3) 螺旋筋柱の有効斷面積は螺旋筋中心線内のコンクリート斷面積とす。

(2) に就て

普通の建物等に於ては、理論的計算を行ふ事は非常な手数を要するのみならず、斯くの如き手数をかけることは、實際上必要がないから、計算の容易のために、内方支柱に對しては、起り得べき彎曲率を無視して、中心軸力のみを受けるものとして、設計してよい事が示されて居る。

縁端の支柱に對しては彎曲率をも考慮すべきであるが、正確な計算を行ふ事は手数がかるから、概算的に使用すべき彎曲率の値が示されて居る。

W. Gehler 教授の著、Der Rahmen III. Aufl. 1925. に縁端の支柱に於ける彎

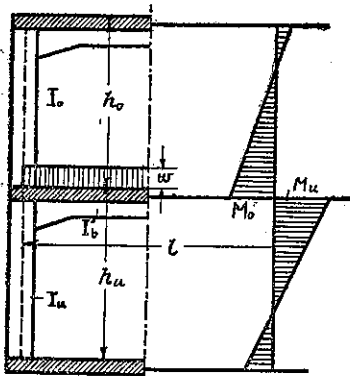
曲率を求めるための近似式が誘導してある。之に依ると (D 圖参照)，

縁端支柱に生ずる彎曲率の値は次の如くである。

$$\left. \begin{aligned} M_u &= -w \frac{l^2}{12} \cdot \frac{C_u}{C_0 + 1 + C_u} \\ M_0 &= +w \frac{l^2}{12} \cdot \frac{C_0}{C_0 + 1 + C_u} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (a)$$

茲に、

$$\left. \begin{aligned} C_0 &= \frac{l}{h_0} \cdot \frac{I_0}{I_b} \\ C_u &= \frac{l}{h_u} \cdot \frac{I_u}{I_0} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (b)$$



D 圖

- w 桁の單位長さについての等布荷重,
- l 桁の支間,
- h₀ 上部支柱の高さ (階層高さ),
- h_u 下部支柱の高さ (階層高さ),
- I₀ 上部支柱の断面二次率,
- I_u 下部支柱の断面二次率,
- I_b 矩形桁若くは T 桁の断面二次率,

である。

猶ほ、桁が自由支承上の連続桁として計算された場合にも、縁端支柱の彎曲率は (a) 式によつて計算すべきである。従つて、縁端徑間の正 (徑間) 彎曲率は次の値だけ之を減少せしめることが出来る。

$$\frac{1}{2} (M_0 - M_u) = w \frac{l^2}{24} \cdot \frac{C_0 + C_u}{C_0 + 1 + C_u}$$

以上の近似式に就いてみると、普通の建物に於ては、h₀ と h_u、I₀ と I_u とは大差ないから、概算的に C₀ = C_u と假定すれば、縁端支柱に生ずる彎曲率は 1/24 w l² 以

下である。依つて、縁端支柱に對して彎曲率を概算的に $1/24 u^2$ と採つてよい事に定めたのである。

(3) に就て

連続桁が乗つて居る支柱の受ける軸力を正確に計算することも相當の手數がかかる。桁の連続性を無視すれば計算が非常に簡単になるし、其のために生ずる誤差は建物の場合などでは、實際上無視して差支へない程度のものである。故に計算を簡単にせんと欲する時には、建物などの場合に、連続性を無視してよい事を規定したのである（第八十二條(1)及第八十三條(2)参照）。勿論集中荷重を受ける橋梁の連続桁の支柱などがあつたとすれば、夫等は此の條で取扱ふべきではない。

第 三 節 内 力

第 九 十 二 條 帶 鐵 筋 柱

帶鐵筋を有する短柱の許容中心軸荷重 P は、次式に依りて之を求むべし。

$$P = \sigma_c(A_c + 15A_s) = \sigma_c A_c \dots\dots\dots(9)$$

茲に σ_c はコンクリートの許容壓應力、 A_c は柱の全斷面積、 A_s は軸鐵筋の總斷面積とす。

解 説

帶鐵筋を有する鐵筋コンクリート短柱の許容中心軸荷重 P はコンクリート柱の許容中心軸荷重と、鐵筋が受ける荷重との和であると考へる事が出来る。今

A_c = 柱の全斷面積、

σ_c = コンクリートの許容壓應力

とすれば、コンクリート短柱の許容中心軸荷重は $\sigma_c A_c$ である。茲に A_c は、正確に云ふと、柱の全斷面積から軸鐵筋の總斷面積を減じたものを用ふるべきであるけれども、軸鐵筋の總斷面積は、所要コンクリート斷面積の 3% 以下（第八十九條(2)）であるから、軸鐵筋の存在によるコンクリート斷面積の減少を無視しても、其誤差は僅小（2.1% 以下）である。故に簡單の爲めにコンクリート全斷面積の代りに柱の全斷面積を使用したのである。又

A_s = 軸鐵筋の總斷面積、

σ_s = 軸鐵筋の受ける壓應力

とすれば、軸鐵筋が受ける壓應力は $\sigma_s A_s$ である。而して、鐵筋とコンクリートと

$$\varphi = 51^\circ \text{ なる時} \quad K = 7.98 \quad \frac{P_1}{P_2} \doteq 4$$

此の結果からみると、鋼を螺旋筋として使用すれば、其の弾性限度に於て、軸鐵筋として使用する時の大約 2 倍乃至 4 倍位有効に働くと云ふことが想像される。而して、螺旋筋柱の試験の結果によると、螺旋筋は支柱の破壊荷重に於て、之を軸鐵筋として使用した時の 2.4 倍乃至 4 倍位有効に働く事を示して居る。

以上の事から考へると、軸鐵筋と螺旋筋とを有する短柱の破壊中心軸荷重 P' は、鐵筋を有しないコンクリート柱の破壊強度と、軸鐵筋の弾性限度に於ける強度と、螺旋筋を軸鐵筋として使用する時の弾性限度に於ける強度の 2.4 倍乃至 4 倍との和に等しいものと考へる事が出来る。但し、螺旋筋柱に於て、螺旋筋が其の弾性限度の張應力を生ずるに到れば、其外側のコンクリートは剝脱するから、螺旋筋柱に於けるコンクリートの有効斷面積は、螺旋筋中心線内の斷面積を取らなければならない。依つて

σ_c' = 鐵筋を有しないコンクリート柱に於けるコンクリートの破壊壓應力、

A_c = 螺旋筋中心線内のコンクリート斷面積、即ち螺旋筋柱の有効斷面積、

σ_s' = 鐵筋の弾性限度に於ける壓應力、

A_s = 軸鐵筋の總斷面積、

D = 螺旋の直径、

f = 螺旋筋の斷面積、

t = 螺旋筋のピッチ、

A_a = 螺旋筋を軸鐵筋に換算した時の斷面積、

$$= \frac{\pi D f}{t}$$

とすれば、螺旋筋柱の破壊中心軸荷重 P' は、

$$P' = \sigma_c' A_c + \sigma_s' A_s + (2.4 \sim 4) \sigma_s' A_a \dots \dots \dots (e)$$

となる。

(e) 式で示される破壊中心軸荷重を安全率で割れば螺旋筋柱の許容中心軸荷重が得られる。

σ_c' を安全率で割つたもの、即ちコンクリートの許容軸壓應力を σ_c とすれば、コンクリートに許容壓應力 σ_c が働く状態に於ては、 $\sigma_s' = n \sigma_c = 15 \sigma_c$ と取る事が出来る。又 (e) 式の (2.4~4) と云ふ數字の平均値として 3 を用ふれば、螺旋筋柱の許容中心軸荷重 P は次式で表はされる。

$$P = \sigma_c A_c + 15 \sigma_c A_s + 45 \sigma_c A_a = \sigma_c (A_c + 15 A_s + 45 A_a) = \sigma_c A_i \dots \dots \dots (f)$$

上記 (f) 式が本條の (10) 式である。

而して、(10) 式によつて許容中心軸荷重を計算しうるためには、螺旋筋柱は、實驗の結果と實際上の考慮とから定められた構造上の條件第九十條に適合するものでなければならぬ事は勿論である。

猶ほ、本條には (10) 式について、「 $A_s < 2A_c$ 、茲に A_c は支柱の全斷面積」なる條件がある。之は多量の螺旋筋を使用した時に (10) 式が不都合になると云ふ理由から設けられた條件ではなく、實驗の結果によると、螺旋筋柱に於て、鐵筋を有しないコンクリート柱の破壊に於けるとほぼ同量の短縮を生ずる時は、螺旋筋の外側にあるコンクリートに龜裂を生ずるから、之に對して約 2.5 の安全率を考へた事に依るのである。

螺旋筋の最小量は規定されて居らぬが、餘り少量の螺旋筋を使用する時は、(10) 式に於ける A_c の値が、帶鐵筋柱の許容中心軸荷重を與へる (9) 式に於ける A_c の値より小であるために、(10) 式によつて計算した螺旋筋柱の許容中心軸荷重の値が、螺旋筋を無視して帶鐵筋柱として (9) 式によつて計算した値よりも小になるから、螺旋筋が有效である爲めに、自ら其最小量が定まるのである。

實驗の結果も以上の通りであつて、餘り少量の螺旋筋を使用した螺旋筋柱に於て、コンクリートに龜裂が生ずるに到ると、荷重を支持する能力が大に減じ、螺旋筋の内部にあるコンクリートの荷重負擔能力が、コンクリートの全斷面積で受け得る荷重よりも小である事を示して居る。

(10) 式で計算した螺旋筋柱の許容中心軸荷重の値が、螺旋筋を無視して、帶鐵筋柱として (9) 式で計算した値よりも大であるために必要である A_s の最小値を計算して見ると、(10) 式に於ける A_s を (9) 式に於ける A_c の 75% と假定する時、(9) 式の A_c の 0.56%、(10) 式の A_c の 0.74% である。

螺旋筋の最小ピッチは、コンクリートが充分行き互るために必要な鐵筋の純間隔から定まるのであるが、8 cm を最小値と考へてよい。

第九十四條 中心軸荷重を受くる長柱

(1) 中心軸荷重を受くる長柱の許容軸荷重は短柱の許容軸荷重に次の係数を乘じて之を求むべし。

$$1.45 - 0.01 \frac{h}{i} \dots\dots\dots (11)$$

茲に h は柱の高さ、 i は柱の全斷面の最小環動半徑とす。

(2) 柱の高さは普通の建物に於ては床版間の純間隔とし、其の他の場合に於ては横方向に支持せられざる長さとするべし。

解 説

コンクリートは施工の少しの不注意によつて、材料の分離を起し、不齊等質のものとなり易いものであるから、支柱の高さが大になる程コンクリートに弱點の生ずる機会が大になる。これがために等齊質材料よりなる短柱と長柱との強度の差以上に、鉄筋コンクリート長柱の強度が減るのである。

又、鉄筋コンクリート長柱の強度に関する實驗の結果も尠い。それで、重要な鉄筋コンクリート柱は、長柱として取扱ふべき様な寸法に作らず、成る可く、短柱として働き得る様に、高さと最小横寸法との關係を設計するのが一般である。

然し、特別の場合には、長柱を用ひなければならぬから、長柱の許容中心軸荷重を求むべき係数が本條に與へられて居る。但し、長柱の使用をすゝめて居るのではない。

柱の高さとしては、一般に横方向の支持のない最も長い距離を採るべきであるが、鉄筋コンクリート柱は、版、桁等と單一體的に造られる場合が多いから、柱として働く理論的高さを正確に求める事は困難である。

それで、各國の規定を参照し、經驗上から實際に便利である事と、安全である事とを考慮して、柱の高さを(2)項に規定してある様にすることにしたのである。

短柱と長柱との區別については、第二條に、支柱又は抗壓材にしてその織弱率が45以下のものを短柱、以上のものを長柱と規定してある。

支柱の織弱率とは、支柱の高さと、支柱全断面の最小環動半徑との比であり、最小環動半徑とは、断面の最小断面二次率を其断面積で割つたものゝ平方根である。

織弱率45を以つて短柱と長柱との境としたのは、獨逸、米國などの標準示方書を参考して、充分安全な値を撰んだのである。

全断面の最小環動半徑は、出來あがつて居る柱の受け得る荷重を求める場合には、有效コンクリート断面と軸鐵筋の断面の15倍の断面積との和からなる等値全断面積から計算すべきであるが、設計をする場合には、軸鐵筋を無視し有效コンクリート断面について計算すれば、計算が容易であり、又安全な結果が得られる。此の計算によると矩形柱ではその最小幅の13倍以上、螺旋筋柱では螺旋筋の中心線で測つた直徑(即ち螺旋筋柱のコンクリート有效断面積の直徑)の11.3倍以上に、柱の高さがなつた場合、長柱となる事になる。

鐵筋コンクリート長柱の強度を計算するために用ひられる式は、世界各國の規定が區々である。之は、鐵筋コンクリート長柱の實驗の結果が甚だ尠い事にもよるのである。

本示方書では獨逸の規定にある長柱に對する係數を採用して居る。

此係數は、オイラーの長柱公式に基いたもので、壓應力強度の變化によるコンクリートの彈性係數の變化をも考慮して居る。そして、之は鐵筋コンクリート長柱の試験の結果に適合するものであることが實證されて居る。

獨逸の示方書では柱の高さと、最小横寸法との比の種々の値に對して、各別に係數が與へてあるが、之と殆んど同じ結果を與へる様に、係數を柱の高さと、斷面の最小環動半徑との比の函數で示す様に、立花次郎君が工夫したものが(11)式に與へられた係數式である。

第九十五條 偏心軸荷重又は彎曲率を受くる柱

(1) 偏心軸荷重又は中心軸荷重と同時に彎曲率を受くる短柱及長柱の應力は、夫々次式に依りて求むべし。

短柱に對し
$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} \pm \frac{N_e}{I_i} y \dots\dots\dots(12)$$

長柱に對し
$$\sigma_c = \frac{N}{A_i \left(1.45 - 0.01 \frac{h}{i} \right)} \pm \frac{N_e}{I_i} y \dots\dots\dots(13)$$

茲に σ_c はコンクリート斷面の縁維應力、 N は軸力、 e は A_i の重心線より N の作用點迄の距離、 A_i 及 I_i はコンクリート全斷面積に鐵筋斷面の 15 倍をも加へたる等値全斷面積及其の重心線に關する斷面二次率、 y は重心線より應力を求むる點までの距離、 h は柱の高さ、 i は柱の全斷面の最小環動半徑とす。

上式にて求めたる壓應力は第七十三條 (2) 式の許容彎曲壓應力を超過することを得ず。且つ N は中心軸荷重として柱の支へ得る軸荷重よりも小なる事を要す。

(2) 斷面の一方に張應力の生ずる場合にも、その絶對値が第七十三條 (1) 式の許容壓應力の 1/5 以下の場合に限り (12) 式及 (13) 式を使用する事を得。若し張應力が此の値を超過したる場合には、コンクリートの抗張部分が無視したる計算方法に依りて應力を計算すべし。

(3) 柱に於ける彎曲張應力は總ての場合、盡く鐵筋にて之を採らしむべし。

解 説

(1) に就て

柱が偏心軸荷重又は中心軸荷重と同時に彎曲率を受ける時に、軸圧力 N の作用點が柱の軸に直角なる断面の心 (core) 内にある時には、其断面に張應力を生じない。故に、應力の計算には、等値断面を用ひて、單一體材料からなる柱が偏心軸荷重又は中心軸荷重と同時に彎曲率を受ける場合の計算式を應用することが出来る。

(12) 式がそれである (参考篇 [A] 参照)。

(13) 式は長柱に對して、(11) 式で示される係數の値を (12) 式に入れたものである。

之等の式で求めた壓應力が許容彎曲壓應力 (軸應力を伴ふ場合を含む) を超過してはならないし、又 N が中心軸荷重として柱の支へる軸荷重よりも小であるべき事は當然の事である。

(2) に就て

軸圧力 N の働點が断面の心の外にある時には、断面に張應力が働く。

此の場合張應力は凡て鐵筋で受けさせるとすれば、應力を計算するために中立軸の位置を求めるには、三次方程式を解かねばならないから、計算は (12) 又は (13) 式を使用する場合の様に簡單ではない。

然し、断面の一方に張應力が生ずる場合でも、その絶對値が第七十三條 (1) 式に示してある許容壓應力の $1/5$ 以下である場合には、(12) 式で計算した壓應力の値と、コンクリートの抗張力を無視して計算した時の値との差は多くとも 5% に過ぎない。故に計算を簡單にするために、以上の場合に (12) 式を用ひて差支へないと規定したのである。然し、張應力が許容壓應力の $1/5$ を超過した場合には、コンクリートの抗張力を無視した計算方法によるべき事は勿論である (参考篇 [B] 参照)。

(3) に就て

前述の如く、コンクリートに於ける張應力が許容壓應力の $1/5$ 以下である場合には、(12) 式又は (13) 式によつて壓應力を計算することが許されて居るが、之は計算を簡單にするための方便であつて、コンクリートの抗張力を考慮に入れて安全であると云ふ意味ではない。故に断面に生ずる張應力はコンクリートの共同作用に待つ事なく、凡て之を軸鐵筋で受け得る様に軸鐵筋の斷面積を決定することを要するのである。

附 録 試 験 方 法

第 一 章 骨材篩分け試験に関する標準方法

第一條 試 料

(1) 骨材の代表的試料は四分法又は 試料分取器により 採取すべし。其の量は乾燥後に於て下記の量以上たるべし。

細骨材.....500 gr

粗骨材又は細粗混合の骨材.....所要最大篩目の大きさを mm にて示せる数の 100 倍を gr にて表はせる重量

(2) 試料は 110°C を超過せざる温度にて定重量となる迄加熱乾燥すべし。

第二條 篩

(1) 篩は正方形の目に編みたる針金を堅牢なる框に取り付け製作すべし。

(2) 針金及篩目の寸法は次表に依るべし。

篩の番號	篩 目 (mm)	針金の直徑 (mm)	許 容 限 度 百 分 率			
			平均の 篩 目	針金の直徑		最大の 篩 目
				過小なる 場合	過大なる 場合	
No.100	0.149	0.102	6	15	35	40
No. 50	0.297	0.188	6	15	35	40
No. 30	0.590	0.330	5	15	30	25
No. 16	1.190	0.540	3	15	30	10
No. 8	2.380	0.840	3	15	30	10
No. 4	4.760	1.270	3	15	30	10
3/8-in	9.500	2.330	3	10	10	10
3/4-in	19.000	3.420	3	10	10	10
1-in	25.400	4.120	3	10	10	10
1½-in	38.000	4.500	3	10	10	10
2-in	50.800	4.880	3	10	10	10
3-in	75.000	6.300	3	10	10	10

第三條 試験方法

(1) 試料は第二條に規定せる篩を用ひ大きさの順序に篩分けすべし。一分間に各篩を通過する量が何れも全試料の 1% 以内となる迄篩ふべし。

(2) 篩分けしたる試料は其の重量の 1/1,000 の感度を有する天秤又は衡器にて計量すべし。

- (3) 各篩を通過する量を試料全量に対する重量百分率にて計算すべし。

第四條 報 告

- (1) 篩分けの百分率は之に最も近き整数にて報告すべし。
- (2) 細骨材の 15% 以上が第四番篩を通過せざるとき又は粗骨材の 15% 以上が第四番篩を通過するときは其の篩分け試験を別に報告すべし。

第二章 骨材注瀉試験に関する標準方法

第五條 器具

本試験に用ふる容器は細骨材の場合には内径約 23 cm にして、深さ 10 cm 以上粗骨材の場合には内径約 30 cm にして深さ 10 cm 以上を有するものたるべし。

第六條 試料

材料は分離を來さざる程度の濕氣を有するものを採り充分混合したる後 110°C を超過せざる温度に於て定重量となる迄加熱乾燥し冷却したる後下記の量を秤取すべし。

細骨材……………500 gr

粗骨材又は細粗混合の骨材……………最大骨材一個の重量の 50 倍以上にあたる重量

第七條 試験方法

- (1) 乾燥したる試料を容器に入れ試料を覆ふ程度に充分水 (約 225 cc) を加ふべし。
- (2) 次に 15 秒間劇しく試料を攪拌し、15 秒間靜に沈澱せしめたる後細骨材の流失せざる様注意して水を排除すべし。此の操作を注瀉水が透明となるまで繰返すべし。
- (3) 瀉出したる水は 1 cm² に 6,400 孔を有する篩を通過せしめ篩に殘留したるものは試料中に戻すべし。
- (4) 注瀉を終りたる試料は 110°C を超過せざる温度に於て定重量となる迄加熱乾燥し、其の重量を測定すべし。

第八條 結果の計算

試験の結果は次式に依り計算すべし。

$$\text{泥土量の百分率} = \frac{(\text{注瀉前の乾燥重量}) - (\text{注瀉後の乾燥重量})}{\text{注瀉前の乾燥重量}} \times 100$$

第九條 檢算

檢算をなすには注瀉水を蒸發せしめて乾燥せる殘滓の重量を測り、次式に依り百分率を計算すべし。

$$\text{泥土量の百分率} = \frac{\text{殘滓の重量}}{\text{注瀉前の乾燥重量}} \times 100$$

第三章 砂の有機不純物試験に関する標準方法

第十條 總 則

天然砂中に於ける有機不純物の存在を概略的に試験するには本標準方法に依るべし。

第十一條 試 料

砂の代表的試料は四分法又は試料分取器に依り採取すべし。其の量は約 500 gr とす。

第十二條 試験方法

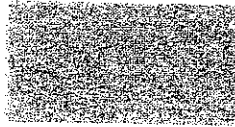
(1) 試料を目盛せる 200 cc 入無色硝子罎に 100 cc の所まで入れ、之に苛性曹達の 3% 溶液を加へ砂と溶液との全容量を 155 cc とすべし。

(2) 罎に栓をなし充分振盪し 24 時間放置したる後砂の上部に於ける溶液の色を次項の標準色溶液と比較すべし。

標準色溶液は 10% アルコールにタンニン酸 2% を溶解せる溶液 2.5 cc を、苛性曹達 3% の水溶液 22.5 cc に加へて上記硝子罎に入れ、24 時間放置したる後更に 25 cc の水を加へたるものとす。

(3) 標準色溶液に依らざる場合には下記の標準色見本に示せる暗橙色と比較すべし。

標準色見本



第四章 骨材の単位容積重量試験に関する標準方法

第十三条 器具

(1) 器具は金属製の圓錐形量器、搗棒及秤量重量の 1/200 の感度を有する天秤又は衡器とす。

(2) 量器は内面を機械仕上げとし水密にして充分堅固のものたるべし。量器の容積及寸法は次の二種とす。

	内径 (cm)	内高 (cm)	容量 (l)
細骨材用	14	13.0	2
粗骨材用	24	22.1	10

(3) 搗棒は直径 16 mm、長さ 50 cm の真直なる鉄棒にして一端を約 3 cm の間鈍き球状に尖したるものとす。

第十四条 量器の檢照

量器の容量は之を充すに要する水の重量を正確に測定して檢照すべし。

第十五条 試料

試料は乾燥したるものを用ひ充分混合すべし。

第十六条 試験方法

(1) 先づ量器の 1/3 を試料にて充たし上面を指にて均らし搗棒の尖端を以て 25 回其の表面を一樣に搗くべし。次に量器の 2/3 迄を充たし前同様に 25 回搗くべし。最後に量器より溢るゝ迄試料を充たし前同様に 25 回搗きたる後餘分の試料は搗棒を定規として之を搔き除くべし。第一層を搗く際量器の底を搗くべからず。又第二層及最後の層を搗くには搗棒が前層に漸く達する程度とすべし。

(2) 量器中に於ける此の試料の重量を測定し量器の容積を以て之を除し単位容積の重量を算出すべし。

第十七条 精度

同一試料に對する試験の結果の誤差は 1% 以内たるべし。

第六章 コンクリート抗圧強度試験に関する標準方法

第二十條 總 則

實驗室又は現場に於けるコンクリート抗圧強度試験用供試體の製作及試験は本標準方法に依るべし。

第二十一條 供試體の形狀、寸法及數

- (1) 供試體は直径の 2 倍の高さを有する圓壩とす。
- (2) 供試體圓壩の寸法は

	直径 (cm)	高さ (cm)
モルタルの場合	5	10
粗骨材の最大寸法 5cm 以下の場合	15	30
粗骨材の最大寸法 5cm より大なる場合	20	40

- (3) 供試體の數は通常 3 個以上とす。

第二十二條 材料の準備

- (1) 材料は供試體製作前に室温 18°C 乃至 24°C を保たしむべし。
- (2) セメントは乾燥せる場所に貯藏せるものを使用し(蓋ある鏝内に貯藏したるものを可とす)、全試験を通じて同性質のものたることを要す。使用前充分に攪拌し又第十六番篩にて篩ひて残留せるものは總て之を除去すべし。

- (3) 骨材は乾燥せるものを使用すべし。

粗骨材は通常第 4 番、3/8 吋及 1/2 吋の篩にて篩分け其篩分試験の結果と同じ割合に再び混合して使用すべし。細骨材も必要ある場合は之に準ずべし。

第二十三條 材料試験及其試料採取

- (1) 供試體の製作に先立ち使用材料の代表的試料を取り第二十四條、第二十五條及第二十六條に規定せる材料試験を行ふべし。
- (2) セメントの試料はコンクリートの試験に使用するセメントの總ての樽又は袋より少量づゝ採取すべし。
- (3) 骨材の試料は責任技術者の指示に従ひ四分法に依りて材料の代表となるものを採取すべし。

第二十四條 セメントの試験

セメントの試験は昭和五年八月商工省告示第四十一號及第四十二號日本ポルトランド・セメント規格及高爐セメント規格に記載せる試験方法に依りて之を行ふべし。

第二十五條 細骨材の試験

細骨材につきましては必要に応じて次の試験を行ふべし。

- (1) 篩分け試験（附録第一章）
- (2) 骨材注瀉試験（附録第二章）
- (3) 砂の有機不純物試験（附録第三章）
- (4) 骨材単位容積重量試験（附録第四章）

第二十六條 粗骨材の試験

粗骨材につきましては必要に応じて次の試験を行ふべし。

- (1) 篩分け試験（附録第一章）
- (2) 骨材注瀉試験（附録第二章）
- (3) 骨材単位容積重量試験（附録第四章）

第二十七條 型

(1) 供試體の型は正しく平行なる上下二面を有する金屬製圓筒にして供試體製作に際し變形又は漏水せざるものたるべし。又所要の寸法に對し直徑に於ても高さに於ても 1.5 mm 以上の差異を有すべからず。

(2) 各型は機械仕上げをなせる金屬製底板を有すべし。

(3) 型の内面及底板上面には重油を塗りコンクリートの附着を防止すべし。

(4) 現場に於ける供試體の製作に於ては以上の條件に適合する防水性の紙製圓筒型を使用することを得。

第二十八條 材料の計量

(1) 實驗室に於ける供試體製作用コンクリート材料の計量は各種材料の単位容積重量と骨材の篩分け試験の結果とを基として凡て重量に依るべし。

(2) 使用水量は骨材の吸水量を考慮して正確に計量すべし。

第二十九條 コンクリート

(1) 供試體製作用のコンクリートを手練りに依り造る場合には供試體1個を製作するに少しく餘分あるコンクリート量を一練りとすべし。手練りは煉瓦工用鍬を以て成可く亜鉛引鐵鋸製の淺き箱中にて之を行ふべし。手練りの順序は先づセメントと細骨材とが均一なる色を呈する迄空練りを爲し、次に水を加へてモルタルを製作したる後粗骨材を加へて再び練り合せ全體が齊等質となる迄混合するものとす。

(2) 機械練りに依る場合には充分練合したるコンクリートを一旦練臺にあけショベルにて約2回切り返すべし。

(3) 現場に於けるコンクリートより試料を採取するには型枠にコンクリートを填充せし

- (12) 供試體各個の抗壓強度及各組の平均抗壓強度
- (13) 供試體各個の破壊の状況及外観
- (14) 其他必要と認むる事項

参 考 篇

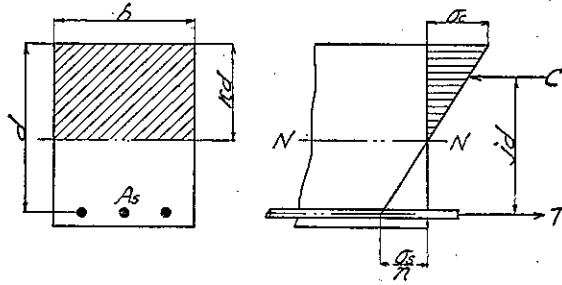
鉄筋コンクリートの断面設計及應力計算

凡 例

C—C	断面の中心を通る線
G—G	断面の重心を通る線
N—N	断面の中立軸

[A] 弯曲率のみを変える場合

[A]-(I) 単鉄筋矩形断面



(1a) 断面及鉄筋量

σ_c 及 σ_s を假定したる場合

$$d = C_1 \sqrt{\frac{M}{b}} \text{-----(1)}$$

$$C_1 = \frac{\sigma_s + n\sigma_c}{n\sigma_c} \sqrt{\frac{6n}{3\sigma_s + 2n\sigma_c}} \text{-----(2)}$$

$$A_s = C_2 \sqrt{M \cdot b} \text{-----(3)}$$

$$C_2 = \frac{\sigma_c}{2\sigma_s} \sqrt{\frac{6n}{3\sigma_s + 2n\sigma_c}} \text{-----(4)}$$

M は巾 b に對する弯曲率

(1b) 應力

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \text{-----(5)}$$

$$k = \sqrt{2n\rho + (n\rho)^2} - n\rho \text{-----(6)}$$

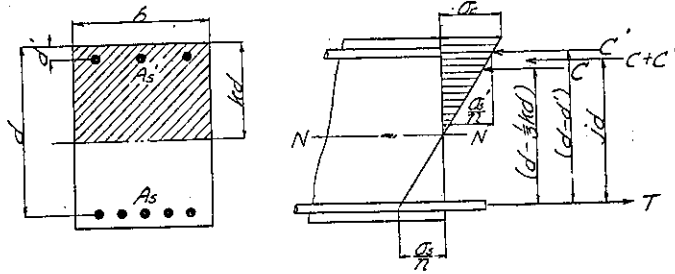
$$j = 1 - \frac{k}{3} \text{-----(7)}$$

$$\sigma_c = \frac{2M}{kjbd^2} \text{-----(8)}$$

$$\sigma_s = \frac{n\sigma_c(1-k)}{k} \text{-----(9)}$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s j d} \left(= \frac{M}{\rho j b d^2} \right) \text{-----(10)}$$

[A]-(2) 複鐵筋矩形断面



(2a) 断面及鐵筋量

σ_c , σ_s 及 $\frac{A_s'}{A_s}$ を假定したる場合

$$d = C_3 \sqrt{\frac{M}{b}} \text{-----(11)}$$

$$C_3 = \sqrt{\frac{\sigma_c k}{2} \left[(1 - \frac{k}{3}) + \frac{A_s'}{A_s} (k - \frac{d'}{3})(1 - \frac{d'}{3}) \right]} \text{-----(12)}$$

$$k = \frac{n \sigma_c}{n \sigma_c + \sigma_s} \text{-----(13)}$$

σ_c , σ_s , b 及 d を假定したる場合

$$\rho = \frac{\frac{M}{bd^2} + \frac{\sigma_c k}{2} (\frac{k}{3} - \frac{d'}{3})}{\sigma_s (1 - \frac{d'}{3})} \text{-----(14)}$$

$$\rho' = \frac{\frac{M}{bd^2} - \frac{\sigma_c k}{2} (1 - \frac{k}{3})}{\frac{n \sigma_c}{k} (1 - \frac{d'}{3})(k - \frac{d'}{3})} \text{-----(15)}$$

(2b) 應力

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \text{-----(16)}$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{bd} \text{-----(17)}$$

$$k = \sqrt{2n(\rho + \rho' \frac{d'}{3}) + n^2(\rho + \rho')^2} - n(\rho + \rho') \text{-----(18)}$$

$$j = \frac{k^2(1 - \frac{k}{3}) + 2n\rho'(k - \frac{d'}{3})(1 - \frac{d'}{3})}{k^2 + 2n\rho'(k - \frac{d'}{3})} \left[1 - \frac{d'}{3} + \frac{k^2}{2n\rho(1-k)} (\frac{d'}{3} - \frac{k}{3}) \right] \text{-----(19)}$$

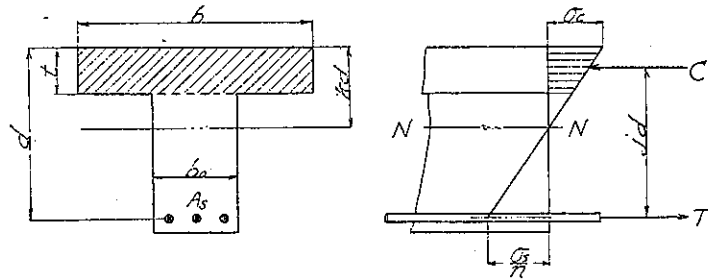
$$\sigma_c = \frac{M}{bd^2 L_c} \text{-----(20)}$$

$$L_c = \frac{k}{2} (1 - \frac{k}{3}) + \frac{n\rho'(k - \frac{d'}{3})(1 - \frac{d'}{3})}{k} \text{-----(21)}$$

$$\sigma_s = \frac{n \sigma_c (1-k)}{k} \text{-----(22)}$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s j d} \left(= \frac{M}{\rho j b d^2} \right) \text{-----(23)}$$

[A]-(3) 單鐵筋T形断面



(3a) 断面及鐵筋量

σ_c, σ_s 及 $\frac{f}{d}$ を假定した3場合

$$d = C_4 \sqrt{\frac{M}{b}} \text{-----(24)}$$

$$C_4 = \sqrt{\frac{1}{\sigma_c \left(\frac{f}{d}\right) \left[1 - \left(\frac{f}{d}\right) + \frac{1}{2} \left(\frac{f}{d}\right)^2\right] - \frac{\sigma_s}{n} \left(\frac{f}{d}\right)^2 \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \left(\frac{f}{d}\right)\right]}} \text{-----(25)}$$

$$\rho = \frac{\sigma_s}{\sigma_s} \left[\left(\frac{f}{d}\right) - \frac{1}{2} \left(\frac{f}{d}\right)^2 \right] - \frac{1}{2n} \left(\frac{f}{d}\right)^2 \text{-----(26)}$$

(3b) 應 力

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \text{-----(27)}$$

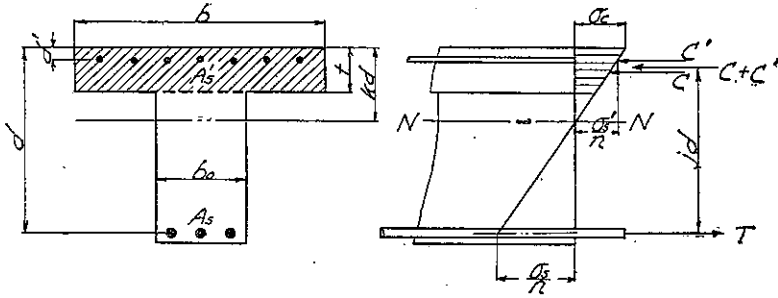
$$k = \frac{n\rho + \frac{1}{2} \left(\frac{f}{d}\right)^2}{n\rho + \left(\frac{f}{d}\right)} \text{-----(28)}$$

$$j = 1 - \frac{1}{3} \left(\frac{f}{d}\right) \left[\frac{3k - 2 \left(\frac{f}{d}\right)}{2k - \left(\frac{f}{d}\right)} \right] \text{-----(29)}$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s j d} \left(= \frac{M}{\rho j b d^2} \right) \text{-----(30)}$$

$$\sigma_c = \frac{k}{n(1-k)} \sigma_s \text{-----(31)}$$

[A]-(4) 複鉄筋T形断面



(4b) 應 力

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \quad \text{-----} (32)$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{bd} \quad \text{-----} (33)$$

$$k = \frac{n\rho + \frac{1}{2}\left(\frac{t}{d}\right)^2 + n\rho'\left(\frac{d'}{d}\right)}{n\rho + \left(\frac{t}{d}\right) + n\rho'} \quad \text{-----} (34)$$

$$j = \frac{\frac{d'}{d}\left(\frac{t}{d}\right)\left(2k - \frac{t}{d}\right) - \left(\frac{t}{d}\right)^2\left(k - \frac{t}{d}\right) + 2n\rho(1-k)\left(1 - \frac{d'}{d}\right)}{2n\rho(1-k)} \quad \text{-----} (35)$$

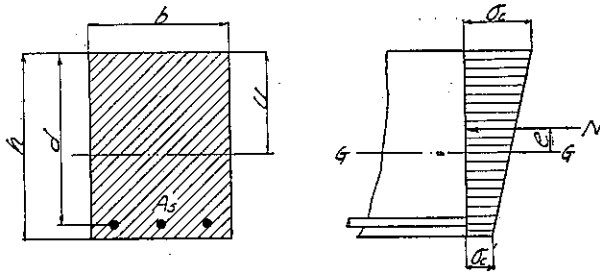
$$\sigma_s = \frac{M}{A_s j d} \left(= \frac{M}{\rho j b d^2} \right) \quad \text{-----} (36)$$

$$\sigma_c = \frac{k}{n(1-k)} \sigma_s \quad \text{-----} (37)$$

[B] 弯曲率及軸力又は偏心軸力を受くる場合

[B]- (1) 単鉄筋矩形断面

(1b.) 偏心距離小にして σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$u = \frac{\frac{bh^2}{2} + nA_s d}{bh + nA_s} \text{----- (38)}$$

$$A_i = bh + nA_s \text{----- (39)}$$

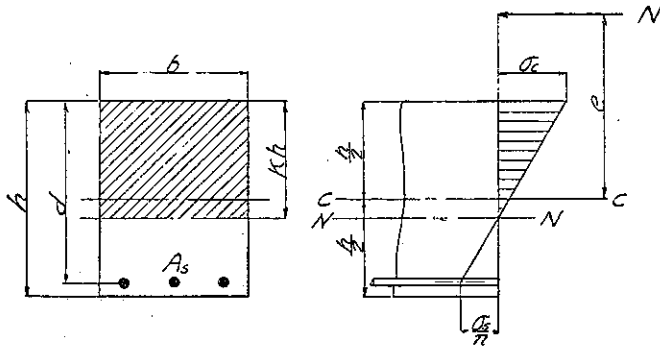
$$I_i = \frac{b}{3} [u^3 + (h-u)^3] + nA_s (d-u)^2 \text{----- (40)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{Ne}{I_i} u \text{----- (41)}$$

$$\sigma_c' = \frac{N}{A_i} - \frac{Ne}{I_i} (h-u) \text{----- (42)}$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。

(1b₂) 偏心距離大にして σ_c' (張應力の場合) $> \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$p = \frac{A_s}{bh} \quad \text{----- (43)}$$

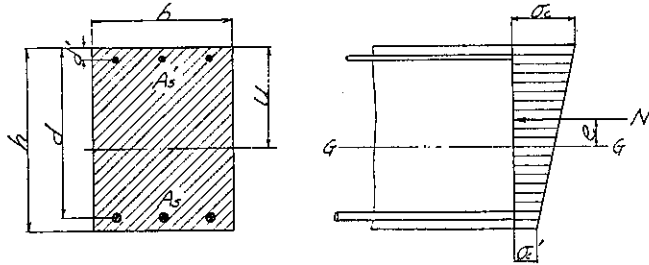
$$k^3 + 3\left(\frac{e}{h} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 6np\left(\frac{e}{h} + \frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right)k - 6np\frac{d}{h}\left(\frac{e}{h} + \frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right) = 0 \quad \text{----- (44)}$$

$$\sigma_c = \frac{Ne}{bh^2} \cdot \frac{1}{\frac{k}{2}\left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3}\right) + \frac{np}{k}\left(\frac{d}{h} - k\right)\left(\frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right)} \quad \text{----- (45)}$$

$$\sigma_s = \frac{n\sigma_c\left(\frac{d}{h} - k\right)}{k} \quad \text{----- (46)}$$

[B]-(2) 複鐵筋矩形断面

(2b.) 偏心距離小にして σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$u = \frac{\frac{bh^2}{2} + nA_s d + nA_s' d'}{bh + n(A_s + A_s')} \text{-----(47)}$$

$$A_i = bh + n(A_s + A_s') \text{-----(48)}$$

$$I_i = \frac{b}{3} [u^3 + (h-u)^3] + nA_s (d-u)^2 + nA_s' (u-d')^2 \text{-----(49)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{N \cdot e}{I_i} \cdot u \text{-----(50)}$$

$$\sigma_c' = \frac{N}{A_i} - \frac{N \cdot e}{I_i} (h-u) \text{-----(51)}$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。

對稱鐵筋の場合

$$u = \frac{h}{2} \text{-----(52)}$$

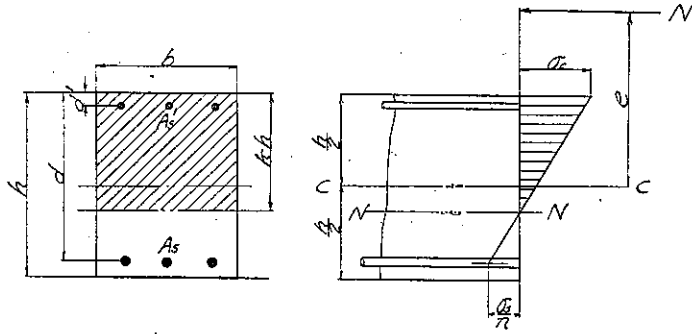
$$A_i = bh + 2nA_s \text{-----(53)}$$

$$I_i = \frac{bh^3}{12} + 2nA_s (\frac{h}{2} - d')^2 \text{-----(54)}$$

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_c \\ \sigma_c' \end{array} \right\} = \frac{N}{A_i} \pm \frac{N \cdot e}{I_i} \cdot \frac{h}{2} \text{-----(55)}$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。

(2b) 偏心距離大にして σ_c' (張應力の場合) $> \frac{1}{3} \sigma_{ca}$ の場合



$$\rho = \frac{A_s}{bh} \text{-----(56)}$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{bh} \text{-----(57)}$$

$$k^3 + 3\left(\frac{e}{h} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 6n \left[\rho \left(\frac{e}{h} + \frac{d'}{h} - \frac{1}{2} \right) + \rho' \left(\frac{e}{h} + \frac{d'}{h} - \frac{1}{2} \right) \right] k - 6n \left[\rho \left(\frac{e}{h} + \frac{d'}{h} - \frac{1}{2} \right) \frac{d'}{h} + \rho' \left(\frac{e}{h} + \frac{d'}{h} - \frac{1}{2} \right) \frac{d'}{h} \right] = 0 \text{-----(58)}$$

$$\sigma_c = \frac{N \cdot e}{bh^2} \cdot \frac{1}{\frac{e}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3} \right) + \frac{2n\rho'}{k} \left(k - \frac{d'}{h} \right) \left(\frac{1}{2} - \frac{d'}{h} \right) + \frac{2n\rho}{k} \left(\frac{d'}{h} - k \right) \left(\frac{d'}{h} - \frac{1}{2} \right)} \text{-----(59)}$$

$$\sigma_s = \frac{2n\sigma_c}{k} \left(\frac{d'}{h} - k \right) \text{-----(60)}$$

対称鉄筋の場合

$$\rho = \frac{A_s}{bh} \text{-----(61)}$$

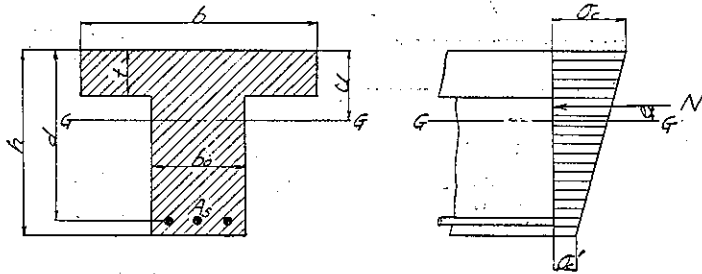
$$k^3 + 3\left(\frac{e}{h} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 12n\rho \frac{e}{h} k - 6n\rho \left[\frac{e}{h} + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{2d'}{h} \right)^2 \right] = 0 \text{-----(62)}$$

$$\sigma_c = \frac{N \cdot e}{bh^2} \cdot \frac{1}{\frac{e}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3} \right) + \frac{2n\rho}{k} \left(\frac{1}{2} - \frac{d'}{h} \right)^2} \text{-----(63)}$$

$$\sigma_s = \frac{2n\sigma_c}{k} \left(\frac{d'}{h} - k \right) \text{-----(64)}$$

[B]-(3) 單鐵筋丁形断面

(3b) 偏心距離小にして σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$u = \frac{\frac{bt^2}{2} + \frac{b_0}{2}(h-t)(h+t) + nA_s d}{bt + b_0(h-t) + nA_s} \text{-----(65)}$$

$$A_i = bt + b_0(h-t) + nA_s \text{-----(66)}$$

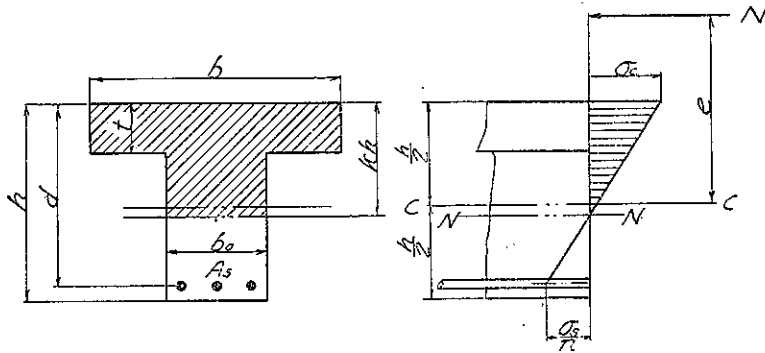
$$I_i = \frac{b_0}{3} [u^3 + (h-u)^3] + t(b-b_0) \left[\left(u - \frac{t}{2}\right)^2 + \frac{t^2}{12} \right] + nA_s(d-u)^2 \text{-----(67)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{Ne}{I_i} u \text{-----(68)}$$

$$\sigma_c' = \frac{N}{A_i} - \frac{Ne}{I_i} (h-u) \text{-----(69)}$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。

(3b₂) 偏心距離大にして σ_c' (張應力の場合) $> \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$\rho = \frac{A_s}{bh} \text{-----(70)}$$

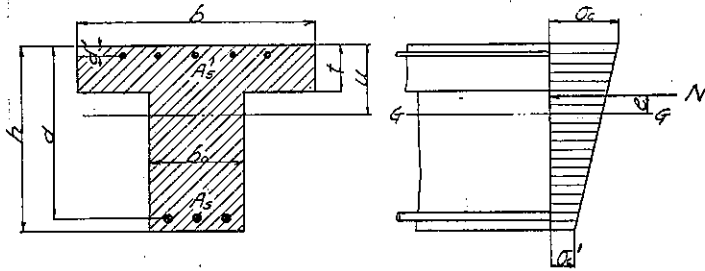
$$\frac{e}{h} = \frac{(\frac{1}{2} - \frac{k_0}{3})\kappa^2 - (1 - \frac{k_0}{3})(\kappa - \frac{t}{h})^2 (\frac{1}{2} - \frac{k_0}{3} - \frac{2}{3} \frac{t}{h}) + 2n\rho(\frac{d}{h} - \kappa)(\frac{d}{h} - \frac{1}{2})}{\kappa^2 - (1 - \frac{k_0}{3})(\kappa - \frac{t}{h})^2 - 2n\rho(\frac{d}{h} - \kappa)} \text{-----(71)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{bh} \cdot \frac{2\kappa}{\kappa^2 - (1 - \frac{k_0}{3})(\kappa - \frac{t}{h})^2 - 2n\rho(\frac{d}{h} - \kappa)} \text{-----(72)}$$

$$\sigma_s = n\sigma_c \frac{\frac{d}{h} - \kappa}{\kappa} \text{-----(73)}$$

[B]-(4) 複鉄筋T形断面

(4b) 偏心距離小にして σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$u = \frac{\frac{bt^2}{2} + \frac{b_0}{2}(h-t)(h+t) + n(A_s d + A_s' d')}{bt + b_0(h-t) + n(A_s + A_s')} \text{-----(74)}$$

$$A_i = bt + b_0(h-t) + n(A_s + A_s') \text{-----(75)}$$

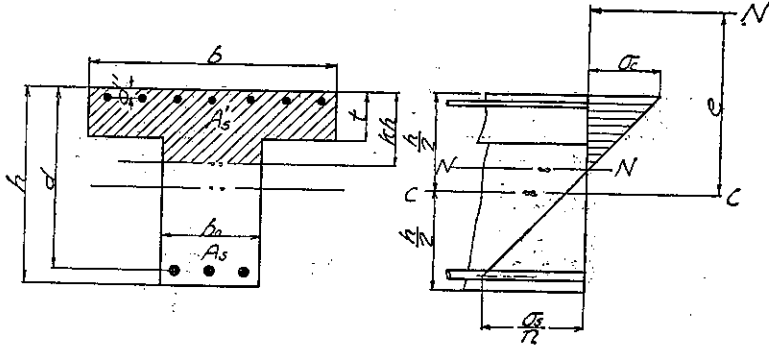
$$I_i = \frac{b_0}{3} [u^3 + (h-u)^3] + t(b-b_0) \left[\left(u - \frac{t}{2}\right)^2 + \frac{t^2}{12} \right] + nA_s(d-u)^2 + nA_s'(u-d')^2 \text{-----(76)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{N \cdot e}{I_i} \cdot u \text{-----(77)}$$

$$\sigma_c' = \frac{N}{A_i} - \frac{N \cdot e}{I_i} (h-u) \text{-----(78)}$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。

(4b₂) 偏心距離大にして σ_c' (張應力の場合) $> \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$\rho = \frac{A_s}{bh} \quad \text{---(79)}$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{bh} \quad \text{---(80)}$$

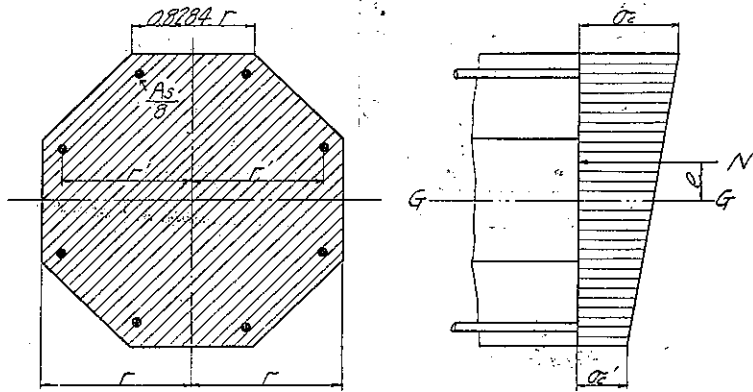
$$\frac{e}{h} = \frac{(\frac{1}{2} - \frac{k}{h})k^2 - (1 - \frac{d_c}{h})(k - \frac{d_c}{h})^2 + 2n\rho'(k - \frac{d_c}{h})(\frac{1}{2} - \frac{d_c}{h}) + 2n\rho(\frac{d_c}{h} - k)(\frac{d_c}{h} - \frac{1}{2})}{k^2 - (1 - \frac{d_c}{h})(k - \frac{d_c}{h})^2 + 2n\rho'(k - \frac{d_c}{h}) - 2n\rho(\frac{d_c}{h} - k)} \quad \text{---(81)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{bh} \frac{2k}{k^2 - (1 - \frac{d_c}{h})(k - \frac{d_c}{h})^2 + 2n\rho'(k - \frac{d_c}{h}) - 2n\rho(\frac{d_c}{h} - k)} \quad \text{---(82)}$$

$$\sigma_s = n\sigma_c' \frac{\frac{d_c}{h} - k}{k} \quad \text{---(83)}$$

[B]-(5) 八角形断面

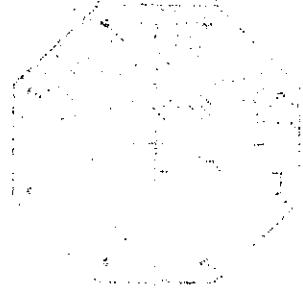
(5b.) 偏心距離小にして σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



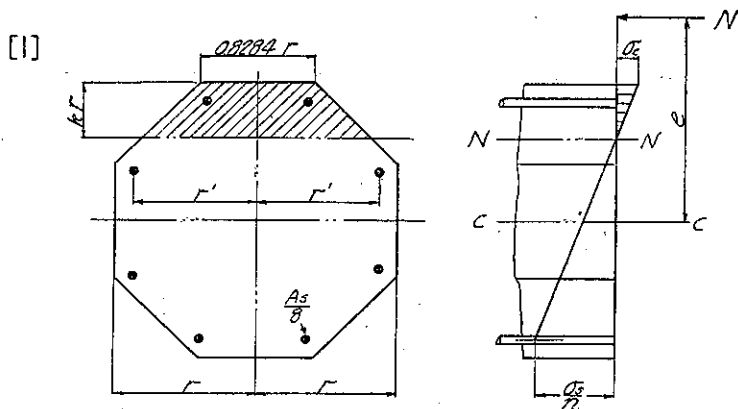
$$\rho = \frac{A_s}{3.3137 r^2} \quad (84)$$

$$\left. \begin{matrix} \sigma_c \\ \sigma_c' \end{matrix} \right\} = \frac{N}{r^2} \left[\frac{l}{3.3137(1+np)} \pm \frac{e}{0.8758 + 1.9411np(f')^2} \right] \quad (85)$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。



(5b₂) 偏心距離大にして σ_c' (張應力の場合) $> \frac{1}{5}\sigma_{ca}$ の場合

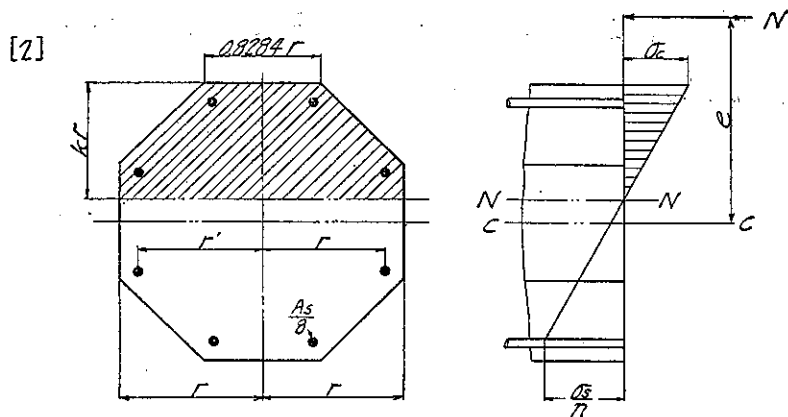


$$p = \frac{A_s}{33137 r^2} \quad \text{----- (86)}$$

$$\frac{e}{r} = \frac{k^2(k+1.2426) - k^3(\frac{k}{5} + 0.4142) + 5.8934 \eta p (F')^2}{k^2(k+1.2426) - 9.0411 \eta p (1-k)} \quad \text{----- (87)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{r^2} \frac{k}{k^2(\frac{k}{5} + 0.4142) - 33137 \eta p (1-k)} \quad \text{----- (88)}$$

$$\sigma_s = \eta \sigma_c \frac{1-k+F'}{k} \quad \text{----- (89)}$$



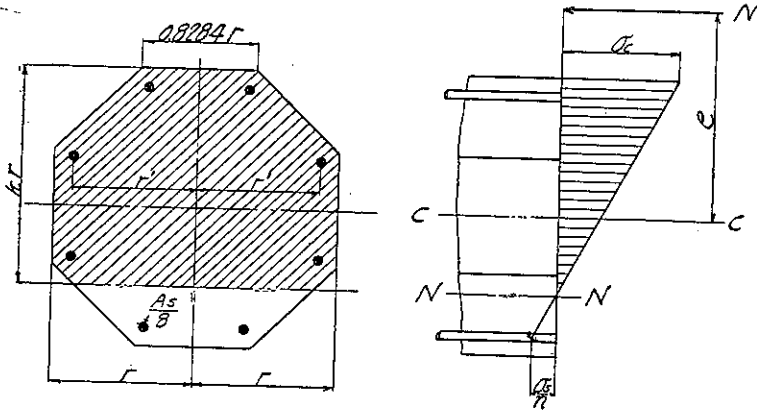
$$\rho = \frac{A_s}{3.3137 r^2} \text{-----}(90)$$

$$\frac{e}{r} = \frac{k^2 - 0.3333k^3 - 0.0066 - 0.2761(k - 0.1953) + 1.9417\rho(F')^2}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - 3.3137\rho(1-k)} \text{-----}(91)$$

$$\sigma_c = \frac{N}{r^2} \frac{k}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - 3.3137\rho(1-k)} \text{-----}(92)$$

$$\sigma_s = \pi \sigma_c \frac{1-k+F'}{k} \text{-----}(93)$$

[3]



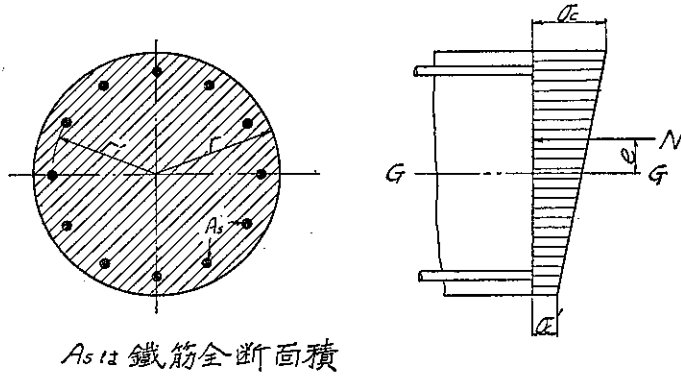
$$\rho = \frac{A_s}{3.3137 r^2} \text{-----}(94)$$

$$\frac{e}{r} = \frac{k^2 - \frac{1}{3}k^3 - 0.0066 - 0.2761(k - 0.1953) - \frac{1}{6}(k - 1.4142)^3(0.5858 - k) + 1.9417\rho(F')^2}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - \frac{1}{3}(k - 1.4142)^3 - 3.3137\rho(1-k)} \text{-----}(95)$$

$$\sigma_c = \frac{N}{r^2} \frac{k}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - 0.3333(k - 1.4142)^3 - 3.3137\rho(1-k)} \text{-----}(96)$$

$$\sigma_s = \pi \sigma_c \frac{1-k+F'}{k} \text{-----}(97)$$

[B]-(6) 圓形断面

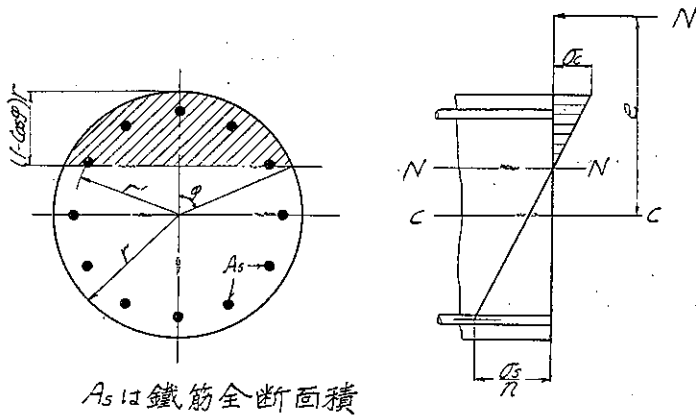
(6b.) 偏心距離小にして σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合

$$D = \frac{A_s}{\pi r^2} \text{------(98)}$$

$$\frac{\sigma_c'}{\sigma_c} = \frac{N}{\pi r^2} \left[\frac{1}{(1+\pi\rho)} \pm \frac{4}{1+2\pi\rho} \left(\frac{r}{e}\right)^2 \cdot \frac{e}{r} \right] \text{------(99)}$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。

(6b₂) 偏心距離大にして σ_c' (張應力の場合) $> \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$\rho = \frac{A_s}{\pi r^2} \text{-----(100)}$$

$$\frac{e}{r} = \frac{\frac{\rho}{2} - \sin \phi \cos \phi \left(\frac{\rho}{3} - \frac{1}{6} \cos^2 \phi \right) + \frac{1}{2} \pi \rho \cos \phi}{\frac{\sin \phi}{3} (2 + \cos^2 \phi) - \rho \cos \phi - \pi \rho \cos \phi} \text{-----(101)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{r^2} \frac{1 - \cos \phi}{\frac{\sin \phi}{3} (2 + \cos^2 \phi) - \rho \cos \phi - \pi \rho \cos \phi} \text{-----(102)}$$

$$\sigma_s = \pi \sigma_c \frac{\frac{1}{2} + \cos \phi}{1 - \cos \phi} \text{-----(103)}$$

[A] 彎曲率のみを受くる場合

之は普通の桁の断面の計算に使用せらるゝ式である。

[A]—(1) 單鐵筋矩形断面

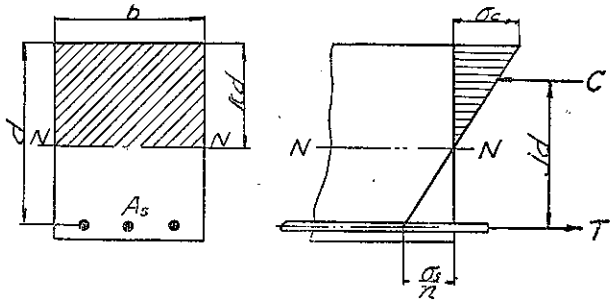
『註』 下記の計算は一々断つてはないが總て左右對稱なる断面に就ての計算式である。

先づ應力を求める算式 (16) から出して見る (第一圖参照)。鐵筋比は

$$p = \frac{A_s}{bd} \dots \dots \dots (5)$$

(6) 式は中立軸の位置を與ふるものであるが、之は第一圖の應力分布圖より (示方書第七十條應力の計算参照)

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_s} = \frac{kd}{n(1-k)} \dots (1)$$



第一圖

の關係を得、且つ断面の全壓應力と全張應力は相等しかるべき條件より

$$C = \frac{1}{2} kdb\sigma_c = T = \sigma_s A_s = pbd\sigma_s$$

の關係を得、之より

$$k^2 - 2n(1-k)p = 0$$

なる k に関する二次方程式を得る。之を解けば

$$k = \sqrt{2np + (np)^2} - np \dots \dots \dots (6)$$

を得るのである。

次に壓應力の合力 C の作用點は上端より $\frac{kd}{3}$ の位置にあるから、 C と T の距離は $jd = d - \frac{kd}{3}$ 、従つて (7) 式を得る (第一表参照)。

斯くて k 及 j を知ると次に外力による彎曲率と、断面の應力による抵抗力率とを相等しと置いて

$$M = Cjd = \frac{1}{2} kdb\sigma_c jd \dots \dots \dots (8)$$

従つて (8) 式を得る。

$$M = Tjd = A_s \sigma_s jd \dots \dots \dots (9)$$

従つて (10) 式を得る。

第 一 表

ρ	ϵ	j	ρ	ϵ	j	ρ	ϵ	j	ρ	ϵ	j
00010	0.159	0.947	00060	0.344	0.885	00110	0.433	0.856	00160	0.493	0.836
00011	0.166	0.945	00061	0.346	0.885	00111	0.434	0.855	00161	0.494	0.835
00012	0.173	0.943	00062	0.348	0.884	00112	0.436	0.855	00162	0.495	0.835
00013	0.179	0.940	00063	0.350	0.883	00113	0.437	0.854	00163	0.496	0.835
00014	0.185	0.938	00064	0.353	0.883	00114	0.438	0.854	00164	0.497	0.834
00015	0.191	0.936	00065	0.355	0.882	00115	0.440	0.853	00165	0.498	0.834
00016	0.196	0.935	00066	0.357	0.881	00116	0.441	0.853	00166	0.499	0.834
00017	0.202	0.933	00067	0.359	0.880	00117	0.442	0.852	00167	0.500	0.833
00018	0.207	0.931	00068	0.361	0.880	00118	0.444	0.852	00168	0.501	0.833
00019	0.212	0.929	00069	0.363	0.879	00119	0.445	0.852	00169	0.502	0.833
00020	0.217	0.928	00070	0.365	0.878	00120	0.446	0.851	00170	0.503	0.832
00021	0.222	0.926	00071	0.367	0.878	00121	0.447	0.851	00171	0.504	0.832
00022	0.226	0.925	00072	0.369	0.877	00122	0.449	0.850	00172	0.505	0.832
00023	0.230	0.923	00073	0.371	0.876	00123	0.450	0.850	00173	0.506	0.831
00024	0.235	0.922	00074	0.373	0.876	00124	0.452	0.849	00174	0.507	0.831
00025	0.239	0.920	00075	0.375	0.875	00125	0.453	0.849	00175	0.508	0.831
00026	0.243	0.919	00076	0.377	0.874	00126	0.454	0.849	00176	0.509	0.830
00027	0.247	0.918	00077	0.379	0.874	00127	0.455	0.848	00177	0.510	0.830
00028	0.251	0.916	00078	0.381	0.873	00128	0.457	0.848	00178	0.511	0.830
00029	0.255	0.915	00079	0.383	0.873	00129	0.458	0.847	00179	0.512	0.829
00030	0.258	0.914	00080	0.384	0.872	00130	0.459	0.847	00180	0.513	0.829
00031	0.262	0.913	00081	0.386	0.871	00131	0.461	0.847	00181	0.514	0.829
00032	0.266	0.912	00082	0.388	0.871	00132	0.462	0.846	00182	0.515	0.828
00033	0.269	0.910	00083	0.390	0.870	00133	0.463	0.846	00183	0.516	0.828
00034	0.272	0.909	00084	0.392	0.870	00134	0.464	0.845	00184	0.517	0.828
00035	0.276	0.908	00085	0.393	0.869	00135	0.465	0.845	00185	0.518	0.828
00036	0.279	0.907	00086	0.395	0.868	00136	0.467	0.845	00186	0.519	0.827
00037	0.282	0.906	00087	0.397	0.868	00137	0.468	0.844	00187	0.519	0.827
00038	0.285	0.905	00088	0.399	0.867	00138	0.469	0.844	00188	0.520	0.827
00039	0.289	0.904	00089	0.400	0.867	00139	0.470	0.843	00189	0.521	0.826
00040	0.292	0.903	00090	0.402	0.866	00140	0.471	0.843	00190	0.522	0.826
00041	0.295	0.902	00091	0.404	0.866	00141	0.472	0.843	00191	0.523	0.826
00042	0.298	0.901	00092	0.405	0.865	00142	0.474	0.842	00192	0.524	0.825
00043	0.300	0.900	00093	0.407	0.864	00143	0.475	0.842	00193	0.525	0.825
00044	0.303	0.899	00094	0.408	0.864	00144	0.476	0.841	00194	0.526	0.825
00045	0.306	0.898	00095	0.410	0.863	00145	0.477	0.841	00195	0.526	0.825
00046	0.309	0.897	00096	0.412	0.863	00146	0.478	0.841	00196	0.527	0.824
00047	0.312	0.896	00097	0.413	0.862	00147	0.479	0.840	00197	0.528	0.824
00048	0.314	0.895	00098	0.415	0.862	00148	0.480	0.840	00198	0.529	0.824
00049	0.317	0.894	00099	0.416	0.861	00149	0.481	0.840	00199	0.530	0.823
00050	0.320	0.894	00100	0.418	0.861	00150	0.483	0.839	00200	0.531	0.823
00051	0.322	0.893	00101	0.419	0.860	00151	0.484	0.839	00201	0.532	0.823
00052	0.325	0.892	00102	0.421	0.860	00152	0.485	0.838	00202	0.532	0.823
00053	0.327	0.891	00103	0.423	0.859	00153	0.486	0.838	00203	0.533	0.822
00054	0.330	0.890	00104	0.424	0.859	00154	0.487	0.838	00204	0.534	0.822
00055	0.332	0.889	00105	0.425	0.858	00155	0.488	0.837	00205	0.535	0.822
00056	0.334	0.889	00106	0.427	0.858	00156	0.489	0.837	00206	0.536	0.821
00057	0.337	0.888	00107	0.428	0.857	00157	0.490	0.837	00207	0.537	0.821
00058	0.339	0.887	00108	0.430	0.857	00158	0.491	0.836	00208	0.537	0.821
00059	0.341	0.886	00109	0.431	0.856	00159	0.492	0.836	00209	0.538	0.821

第 二 表

σ_c (kg/cm^2)	$\sigma_s = 1000 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_s = 1050 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_s = 1100 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_s = 1150 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_s = 1200 \text{ kg/cm}^2$	
	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2
20	0.696	0.00158	0.697	0.00148	0.709	0.00138	0.720	0.00130	0.732	0.00122
21	0.657	0.00165	0.669	0.00154	0.680	0.00144	0.691	0.00136	0.702	0.00128
22	0.632	0.00173	0.643	0.00161	0.653	0.00151	0.664	0.00142	0.674	0.00133
23	0.609	0.00180	0.619	0.00168	0.629	0.00157	0.639	0.00148	0.648	0.00139
24	0.588	0.00187	0.597	0.00174	0.607	0.00163	0.616	0.00153	0.625	0.00144
25	0.568	0.00194	0.577	0.00181	0.586	0.00169	0.595	0.00159	0.604	0.00150
26	0.550	0.00201	0.559	0.00187	0.567	0.00176	0.576	0.00165	0.584	0.00155
27	0.533	0.00208	0.542	0.00194	0.550	0.00182	0.559	0.00171	0.566	0.00161
28	0.518	0.00214	0.526	0.00200	0.533	0.00188	0.541	0.00176	0.549	0.00166
29	0.503	0.00221	0.511	0.00207	0.518	0.00194	0.526	0.00182	0.533	0.00171
30	0.489	0.00228	0.497	0.00213	0.504	0.00200	0.511	0.00188	0.519	0.00177
31	0.477	0.00235	0.484	0.00219	0.491	0.00206	0.498	0.00193	0.505	0.00182
32	0.465	0.00241	0.472	0.00226	0.479	0.00212	0.485	0.00199	0.492	0.00187
33	0.454	0.00248	0.457	0.00232	0.464	0.00217	0.470	0.00204	0.477	0.00193
34	0.443	0.00254	0.449	0.00238	0.456	0.00223	0.462	0.00210	0.468	0.00198
35	0.433	0.00261	0.439	0.00244	0.445	0.00229	0.451	0.00215	0.457	0.00203
36	0.424	0.00267	0.430	0.00250	0.435	0.00235	0.441	0.00221	0.447	0.00208
37	0.415	0.00274	0.421	0.00256	0.426	0.00240	0.432	0.00226	0.437	0.00213
38	0.406	0.00280	0.412	0.00262	0.417	0.00246	0.423	0.00231	0.428	0.00218
39	0.399	0.00287	0.403	0.00268	0.409	0.00252	0.414	0.00237	0.419	0.00223
40	0.390	0.00293	0.396	0.00274	0.401	0.00257	0.406	0.00242	0.411	0.00228
41	0.383	0.00299	0.388	0.00280	0.393	0.00263	0.398	0.00247	0.403	0.00233
42	0.376	0.00305	0.381	0.00286	0.386	0.00268	0.390	0.00252	0.395	0.00238
43	0.369	0.00311	0.374	0.00292	0.379	0.00274	0.384	0.00258	0.388	0.00243
44	0.363	0.00318	0.368	0.00297	0.371	0.00279	0.375	0.00263	0.380	0.00248
45	0.357	0.00324	0.361	0.00303	0.366	0.00285	0.370	0.00268	0.374	0.00253
46	0.351	0.00330	0.355	0.00309	0.360	0.00290	0.364	0.00273	0.368	0.00258
47	0.345	0.00336	0.350	0.00315	0.354	0.00295	0.358	0.00278	0.362	0.00262
48	0.340	0.00342	0.344	0.00320	0.348	0.00301	0.352	0.00283	0.356	0.00267
49	0.335	0.00348	0.339	0.00326	0.343	0.00306	0.347	0.00288	0.351	0.00272
50	0.330	0.00354	0.334	0.00331	0.338	0.00311	0.341	0.00293	0.345	0.00277
51	0.325	0.00359	0.329	0.00337	0.333	0.00316	0.337	0.00298	0.340	0.00281
52	0.321	0.00365	0.324	0.00342	0.328	0.00322	0.332	0.00303	0.335	0.00286
53	0.317	0.00371	0.321	0.00348	0.325	0.00327	0.328	0.00308	0.332	0.00291
54	0.312	0.00377	0.316	0.00353	0.319	0.00332	0.322	0.00313	0.326	0.00295
55	0.308	0.00383	0.311	0.00359	0.315	0.00337	0.317	0.00318	0.321	0.00300
56	0.304	0.00389	0.307	0.00364	0.311	0.00342	0.314	0.00322	0.317	0.00305
57	0.300	0.00394	0.303	0.00369	0.307	0.00347	0.310	0.00327	0.313	0.00309
58	0.296	0.00400	0.300	0.00375	0.303	0.00352	0.306	0.00332	0.309	0.00314
59	0.293	0.00405	0.296	0.00380	0.299	0.00357	0.302	0.00337	0.305	0.00318
60	0.289	0.00411	0.292	0.00385	0.295	0.00362	0.298	0.00342	0.301	0.00323
61	0.286	0.00417	0.289	0.00391	0.292	0.00367	0.295	0.00346	0.298	0.00327
62	0.282	0.00422	0.285	0.00396	0.288	0.00372	0.291	0.00351	0.294	0.00332
63	0.279	0.00428	0.282	0.00401	0.285	0.00377	0.288	0.00356	0.291	0.00336
64	0.276	0.00433	0.279	0.00406	0.282	0.00382	0.285	0.00360	0.287	0.00341
65	0.273	0.00438	0.276	0.00411	0.279	0.00387	0.281	0.00365	0.284	0.00345

(9) 式は σ_c と σ_s の関係を示すもので (イ) 式より求むる事が出来る。

扱て断面及鉄筋量を設計する場合に使用する算式 (1a) は許容応力を先づ假定する (第十七章参照)。さすれば中立軸の位置 k 及これに相應する j は (イ) 式より

$$k = \frac{n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} \dots\dots\dots (二)$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = \frac{2n\sigma_c + 3\sigma_s}{3(n\sigma_c + \sigma_s)} \dots\dots\dots (二')$$

の関係で決定せられる。

然るに (ロ) 及 (ハ) 式を等しと置いて

$$\sigma_c k = 2\sigma_s p$$

の関係を得るから、假定した応力を丁度その断面に生ぜしむべき鉄筋量 p は上式に (二) 式を代入し

$$p = \frac{\sigma_c}{2\sigma_s} \cdot \frac{n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} \dots\dots\dots (ホ)$$

で得られるし、斯かる鉄筋量 (平衡鉄筋量とも云ふ) を有する場合の断面の寸法 b 及 d は、(8) 式に (二) 及 (二') 式を挿入して

$$\sigma_c = \frac{2M}{\frac{n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} \cdot \frac{2n\sigma_c + 3\sigma_s}{3(n\sigma_c + \sigma_s)} \cdot b d^2}$$

$$\therefore d = \frac{n\sigma_c + \sigma_s}{n\sigma_c} \sqrt{\frac{6n}{(2n\sigma_c + 3\sigma_s)}} \sqrt{\frac{M}{b}} \dots\dots\dots (1) \text{ 及 } (2)$$

を得る。これは即ち (1) 及 (2) 式であつて、許容応力 σ_c kg/cm², σ_s kg/cm² を假定し且つ $n = 15$ と置き、幅 b 當りの彎曲率 M を知れば (b が m 單位の時は M も $kg \cdot m$ 單位, b が cm の時は M も $kg \cdot cm$ 單位で置く) 桁又は版の所要有效高さ d を直ちに cm 單位にて求める事が出来るのである (第二表参照)。

次に鉄筋量 A_s は (5) 式の p 及 d に (ホ), (1) 及 (2) 式の關係を入れ

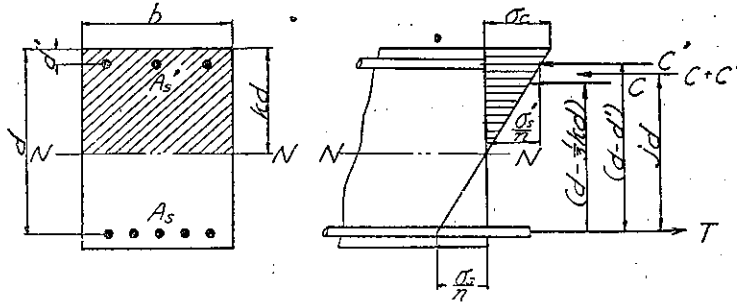
$$A_s = \frac{\sigma_c}{2\sigma_s} \sqrt{\frac{6n}{(2n\sigma_c + 3\sigma_s)}} \sqrt{M b} \dots\dots\dots (3) \text{ 及 } (4)$$

にて求められる。茲に M は幅 b 當りの彎曲率で、單位は M は $kg \cdot cm$, b は cm , σ_c 及 σ_s は kg/cm^2 にすれば直ちに所要鉄筋量 A_s を cm^2 の單位にて得る事が出来る (第二表参照)。

[A]-(2) 複鉄筋矩形断面

[A]-(1) と同様に應力を求める算式 (2b) から出す。

鉄筋比は抗張 (16) 式, 抗圧 (17) 式



第二圖

次に應力分布圖より

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_s} = \frac{kd}{d - kd} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_s'} = \frac{kd}{kd - d'} \dots\dots\dots (\sim)$$

(イ) 式より (18) 式及 (22) 式を得る。(〜) 式より σ_s' の値を得られるが、之は許容應力を決して超過する事がないから計算するに及ばない。

次に [A]-(1) と同様に

$$T = C + C'$$

即ち

$$\sigma_s A_s = \frac{1}{2} k b d \sigma_c + \sigma_s' A_s'$$

上式と (イ) 及 (〜) 兩式を組合せ $\sigma_c, \sigma_s, \sigma_s'$ を消去すれば

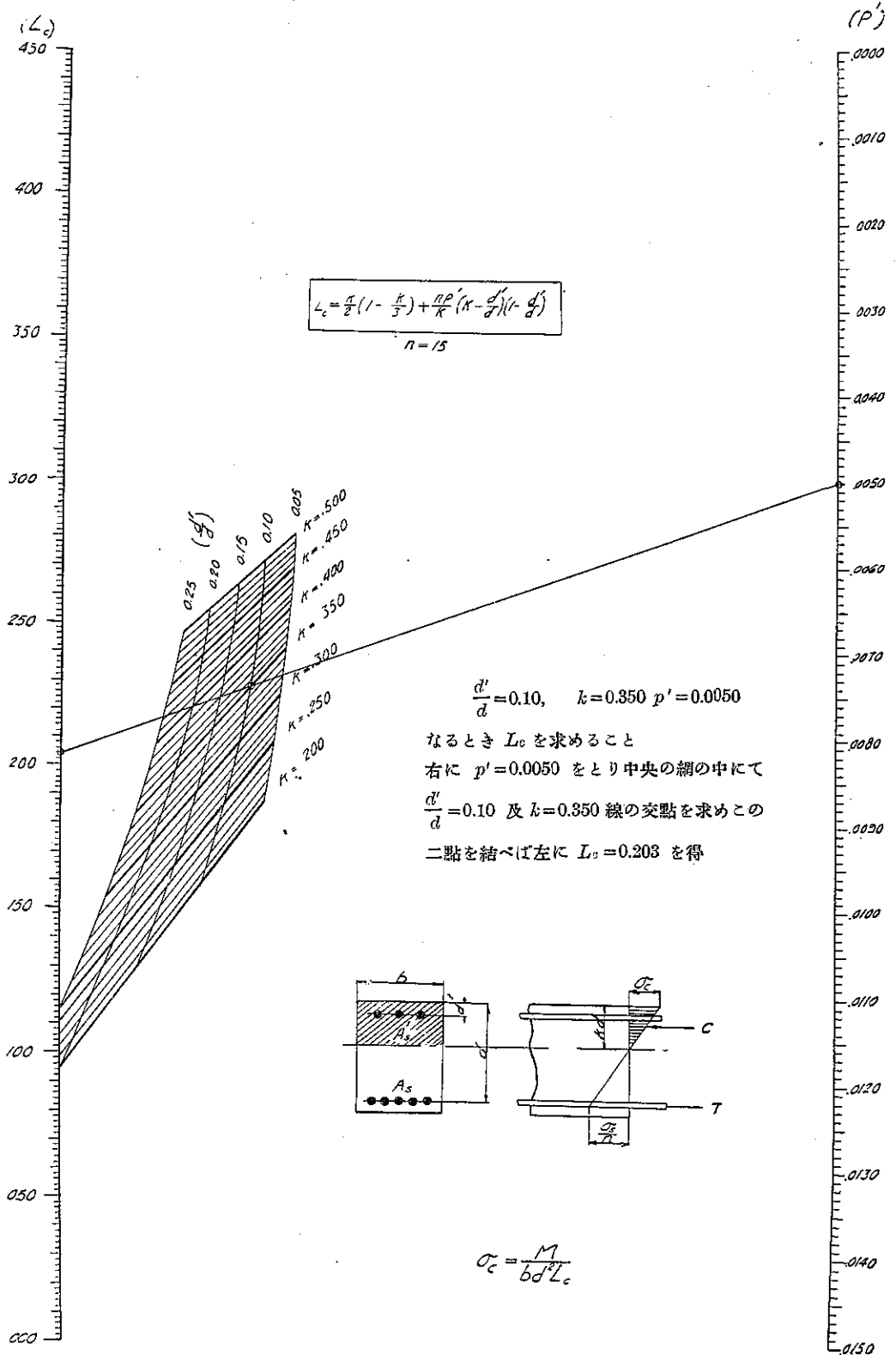
$$k^2 + 2n(p + p')k - 2n(p + p')\frac{d'}{d} = 0 \dots\dots\dots (1)$$

之を解いて (18) 式の中立軸の位置を得る。

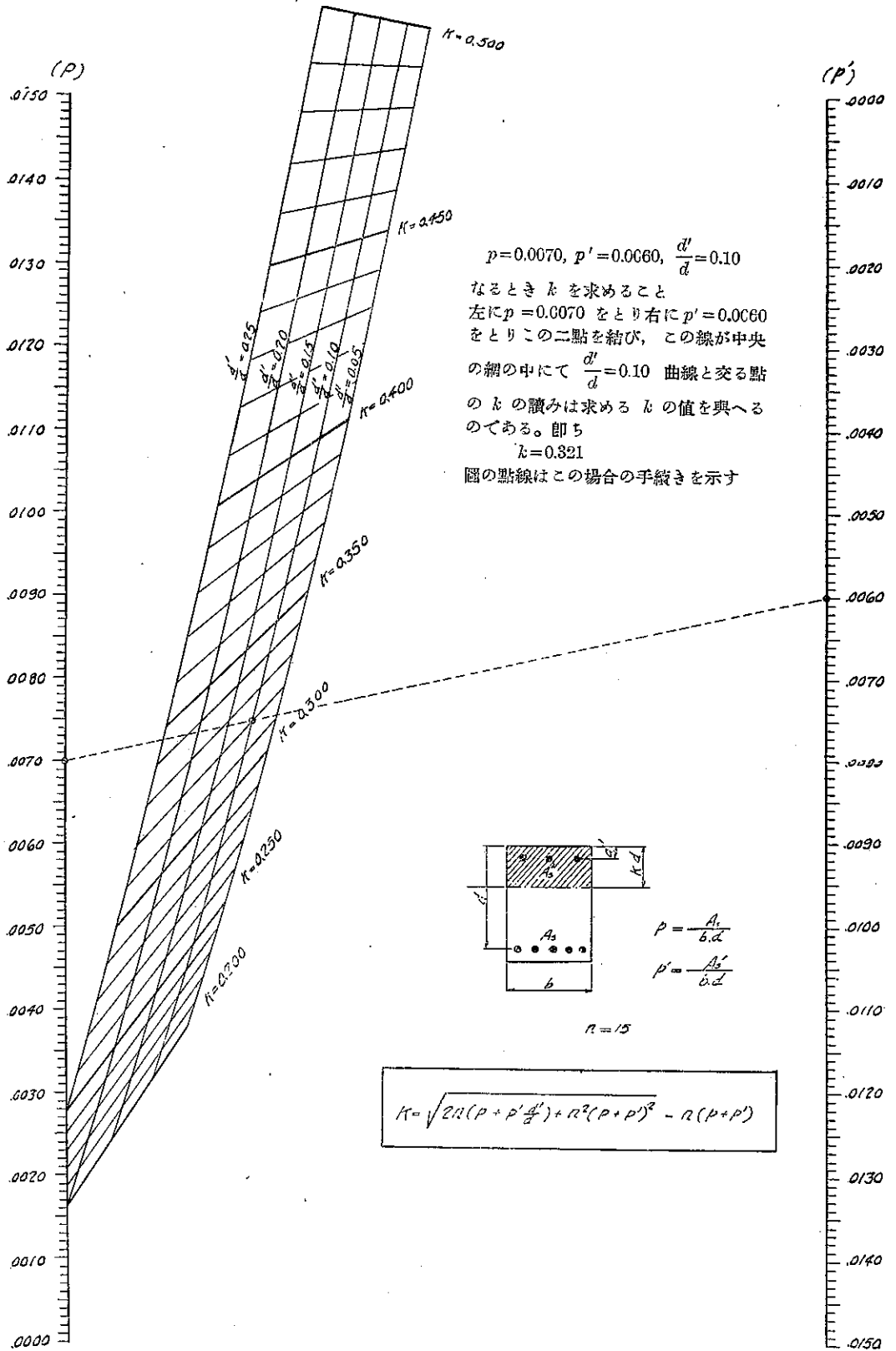
$$k = \sqrt{2n(p + p')\frac{d'}{d} + n^2(p + p')^2} - n(p + p') \dots\dots\dots (18)$$

(18) 式の計算は面倒の様であるが、之はノモグラムに依ると、 $p, p', \frac{d'}{d}$ の任意の比に對して直ちに k を求める事が出来る (第一圖表参照)。

第 二 圖 表



第一圖表



次に j は、抗張鉄筋の中心に關して断面應力の抵抗力率 M_R を次の如く二通りに考へ

$$M_R = C \left(d - \frac{1}{3}kd \right) + C'(d - d') = \frac{1}{2}\sigma_c kdb \left(d - \frac{kd}{2} \right) + \sigma_s' A_s'(d - d') \dots\dots\dots (チ)$$

$$M_R = (C + C')jd = \left(\frac{1}{2}\sigma_c kdb + \sigma_s' A_s' \right)jd \dots\dots\dots (チ')$$

の關係を得、この兩式の M_R を等しとおき且つ (へ) 式の σ_s' を代入せば

$$j = \frac{\frac{1}{2}\sigma_c kdb \left(1 - \frac{k}{3} \right) + n\sigma_c \frac{k - \frac{d'}{d}}{k} p'bd \left(1 - \frac{d'}{d} \right)}{\frac{1}{2}\sigma_c kdb + n\sigma_c \frac{k - \frac{d'}{d}}{k} p'bd} = \frac{k^2 \left(1 - \frac{k}{3} \right) + 2np' \left(k - \frac{d'}{d} \right) \left(1 - \frac{d'}{d} \right)}{k^2 + 2np' \left(k - \frac{d'}{d} \right)} \dots\dots\dots (19)$$

尙ほ之に (ト) 式の p' を代入せば

$$j = \left(1 - \frac{d'}{d} \right) + \frac{k^2 \left(\frac{d'}{d} - \frac{k}{3} \right)}{2np \left(1 - k \right)} \dots\dots\dots (19')$$

を得る。上記 (19) 及 (19') 式は非常に面倒であるが、之は彎曲應力を求むる場合には必要でない [(20) 及 (22) 式を用ふればよい]。然し剪應力を求むる場合には必要なのであるが、此の場合にも $j = 1 - \frac{k}{3}$ と置いて簡単に且つ安全側に j を出してもよいのである。

次に (20) 及 (21) 式による σ_c は (チ) 式を變化し M_R を外力による彎曲率 M に等しと置けば直ちに求められる。即ち (チ) 式に (へ) 式及 (17) 式を代入せば

$$M = \frac{1}{2}\sigma_c kdb \left(d - \frac{kd}{3} \right) + n\sigma_c \frac{k - \frac{d'}{d}}{k} p'bd(d - d')$$

$$\sigma_c = \frac{M}{bd^2} \frac{1}{\frac{k}{2} \left(1 - \frac{k}{3} \right) + \frac{np' \left(k - \frac{d'}{d} \right) \left(1 - \frac{d'}{d} \right)}{k}} \dots\dots\dots (20) \text{ 及 } (21)$$

(21) 式もノモグラムで計算すると簡単である (第二圖表参照)。

抗張鐵筋の應力 σ_s は前述の (22) 式で求むればよい。

扱て断面及鐵筋量を設計する場合に使用する算式 (2a) であるが、先づ (20) 及 (21) 式より p' を求めると

$$p' = \frac{\frac{M}{bd^2} - \frac{1}{2}k\sigma_c\left(1 - \frac{k}{3}\right)}{\frac{n\sigma_c}{k}\left(k - \frac{d'}{d}\right)\left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \dots\dots\dots (15)$$

次に (ト) 式の p' を (15) 式に代入すると

$$p = \frac{\frac{M}{bd^2} - \frac{\sigma_c}{2}k\left(\frac{d'}{d} - \frac{k}{3}\right)}{\frac{n\sigma_c}{k}(1-k)\left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \dots\dots\dots (16)$$

を得る。之に (イ) 式より求められる次の (13) 式

$$k = \frac{n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} \dots\dots\dots (13)$$

の關係を入れると

$$p = \frac{\frac{M}{bd^2} + \frac{\sigma_c}{2}k\left(\frac{k}{3} - \frac{d'}{d}\right)}{\sigma_s\left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \dots\dots\dots (14)$$

を得る。

上記の p, p' は σ_c, σ_s, b 及 d が與へられて居る場合、之等の断面形に於て σ_c, σ_s の丁度與へられた應力を出すに必要な抗張、抗壓の鐵筋比である。

次に p 及 p' が與へられて居つて b 及 d が未知の場合、 σ_c 及 σ_s が與へられて居れば断面形 b と d の間に一關係を導く事が出来る。之が (11) 式及 (12) 式である。即ち (15) 式及 (16) 式より

$$\frac{p'}{p} = \frac{A_s'}{A_s} = \frac{\frac{M}{bd^2} - \frac{\sigma_c}{2}k\left(1 - \frac{k}{3}\right)(1-k)}{\frac{M}{bd^2} - \frac{\sigma_c}{2}k\left(\frac{d'}{d} - \frac{k}{3}\right)\left(k - \frac{d'}{d}\right)}$$

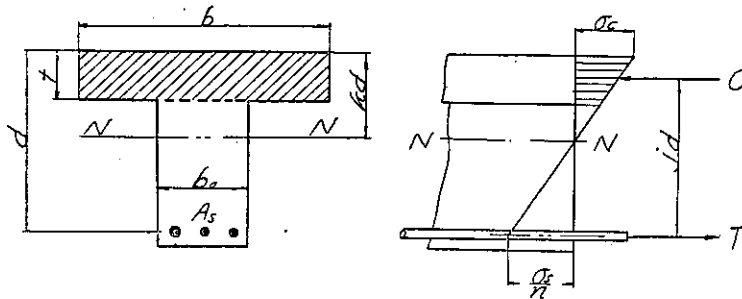
を得、之を變化して

$$d = \sqrt{\frac{1}{\frac{\sigma_c k}{2} \left[\left(1 - \frac{k}{3}\right) + \frac{A_s'}{A_s} \left(\frac{k - \frac{d'}{d}}{k - \frac{d'}{d}}\right) \left(1 - \frac{d'}{d}\right) \right] - \frac{A_s'}{A_s} \left(k - \frac{d'}{d}\right)}} \sqrt{\frac{M}{b}} \dots\dots (11) \text{ 及 } (12)$$

を求むる事が出来る、此の計算もノモグラムに依れば簡単に結果が求められる。 M, b, d, σ_c 等の単位については(1)及(2)式の場合と同様の注意が必要である。

[A]—(3) 單鐵筋 T 形 斷 面

先づ應力を求むる算式(3b)から出す。



第 三 圖

$$p = \frac{A_s}{bd} \dots \dots \dots (27)$$

茲に b は T 形斷面の計算に假定する抗壓突縁幅である。第三圖の應力分布圖より

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_s} = \frac{kd}{d - kd} \dots \dots \dots (1)$$

故に

$$\sigma_c = \frac{k}{n(1-k)} \sigma_s \dots \dots \dots (31)$$

次に第三圖に示す如くコンクリートの壓應力の合成力 C を考ふるに、腹部に於ける僅少のコンクリートの壓應力を無視すれば...

$$C = \frac{1}{2} \left[\sigma_c + \sigma_c \frac{kd-t}{kd} \right] bt = \sigma_c bt \left(1 - \frac{t}{2kd} \right)$$

全張應力 T は

$$T = A_s \sigma_s = pbd \frac{(1-k)}{k} n \sigma_c$$

従つて $C=T$ と置けば、中立軸の位置 k を得る。

$$k = \frac{np + \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d} \right)^2}{np + \left(\frac{t}{d} \right)} \dots \dots \dots (28)$$

但し上式による kd が t よりも小なる場合には、計算は T 形断面としてでなく、矩形断面として行はねばならぬ。従つて [A]-(1) に戻るべきである事を忘れてはならぬ。(28) 式もノモグラムに依ると簡単に求め得る (第三圖表参照)。

次に C の作用點は應力梯形の重心であるから、断面上端より

$$\frac{t}{3} \frac{\sigma_c + 2\sigma_s \frac{kd-t}{kd}}{\sigma_c + \sigma_s \frac{kd-t}{kd}}$$

の位置にある。従つて

$$jd = d - \frac{t}{3} \frac{\sigma_c \left[1 + \frac{2(kd-t)}{kd} \right]}{\sigma_c \left[1 + \frac{kd-t}{kd} \right]} = d - \frac{t}{3} \frac{3kd-2t}{2kd-t}$$

即ち

$$j = 1 - \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d} \right) \frac{3k - 2 \left(\frac{t}{d} \right)}{2k - \left(\frac{t}{d} \right)} \dots \dots \dots (29)$$

上式に (28) の k を代入して

$$j = \frac{6 - 6 \left(\frac{t}{d} \right) + 2 \left(\frac{t}{d} \right)^2 + \frac{1}{2np} \left(\frac{t}{d} \right)^3}{6 - 3 \left(\frac{t}{d} \right)} \dots \dots \dots (29')$$

をすれば (第四圖表参照) σ_s は直ちに次式にて求め得る。

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s j d} \left(= \frac{M}{p j b d^2} \right) \dots \dots \dots (30)$$

σ_s は前述の (31) 式により求むる事が出来る。

扱て断面及鉄筋量を設計する場合に使用する算式 (3a) を求めて見やう。

先づ (31) 式より與へられた σ_c , σ_s に應ずる中立軸の位置

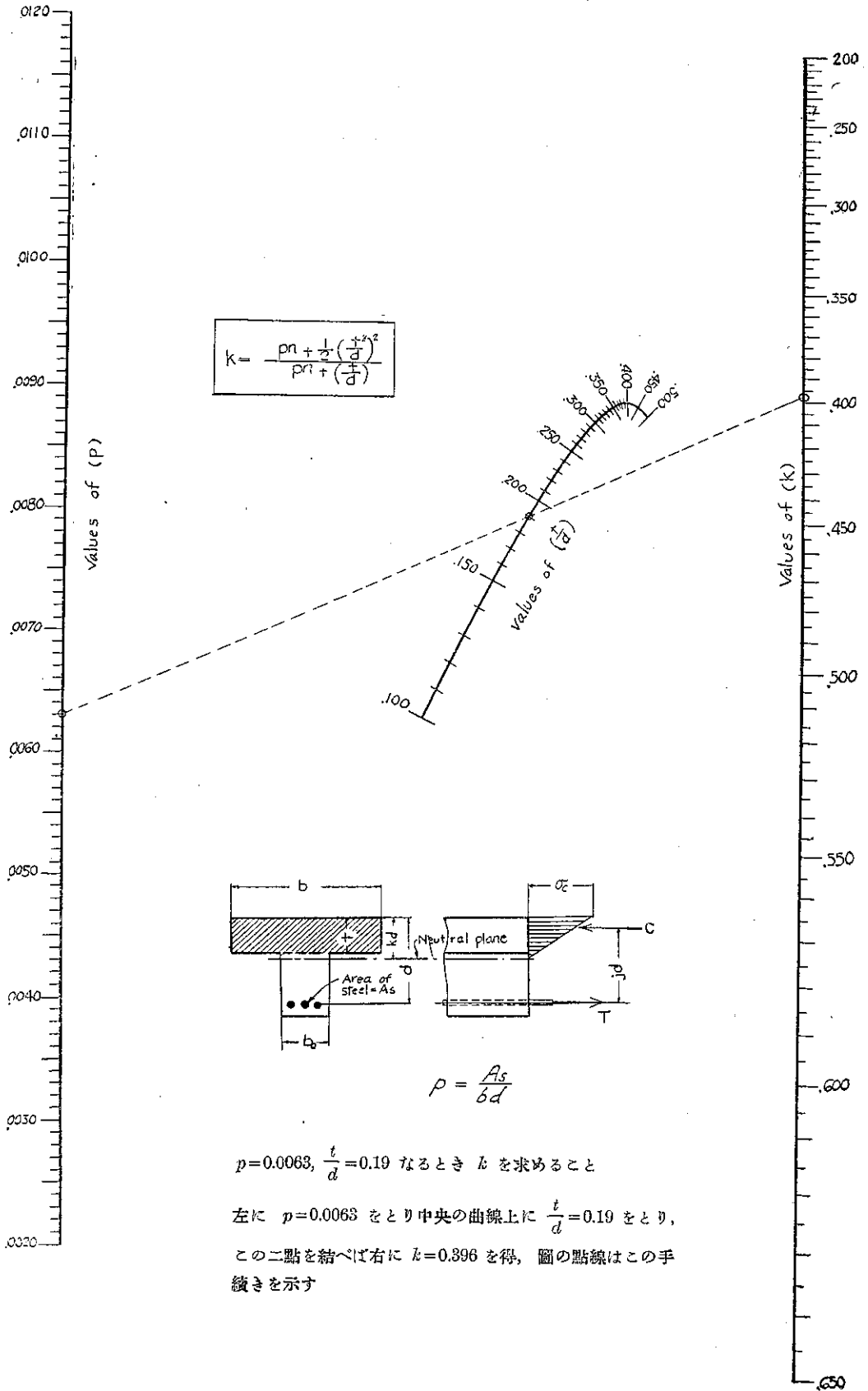
$$k = \frac{n \sigma_c}{n \sigma_c + \sigma_s}$$

を出し、之と (28) 式により所要鉄筋量

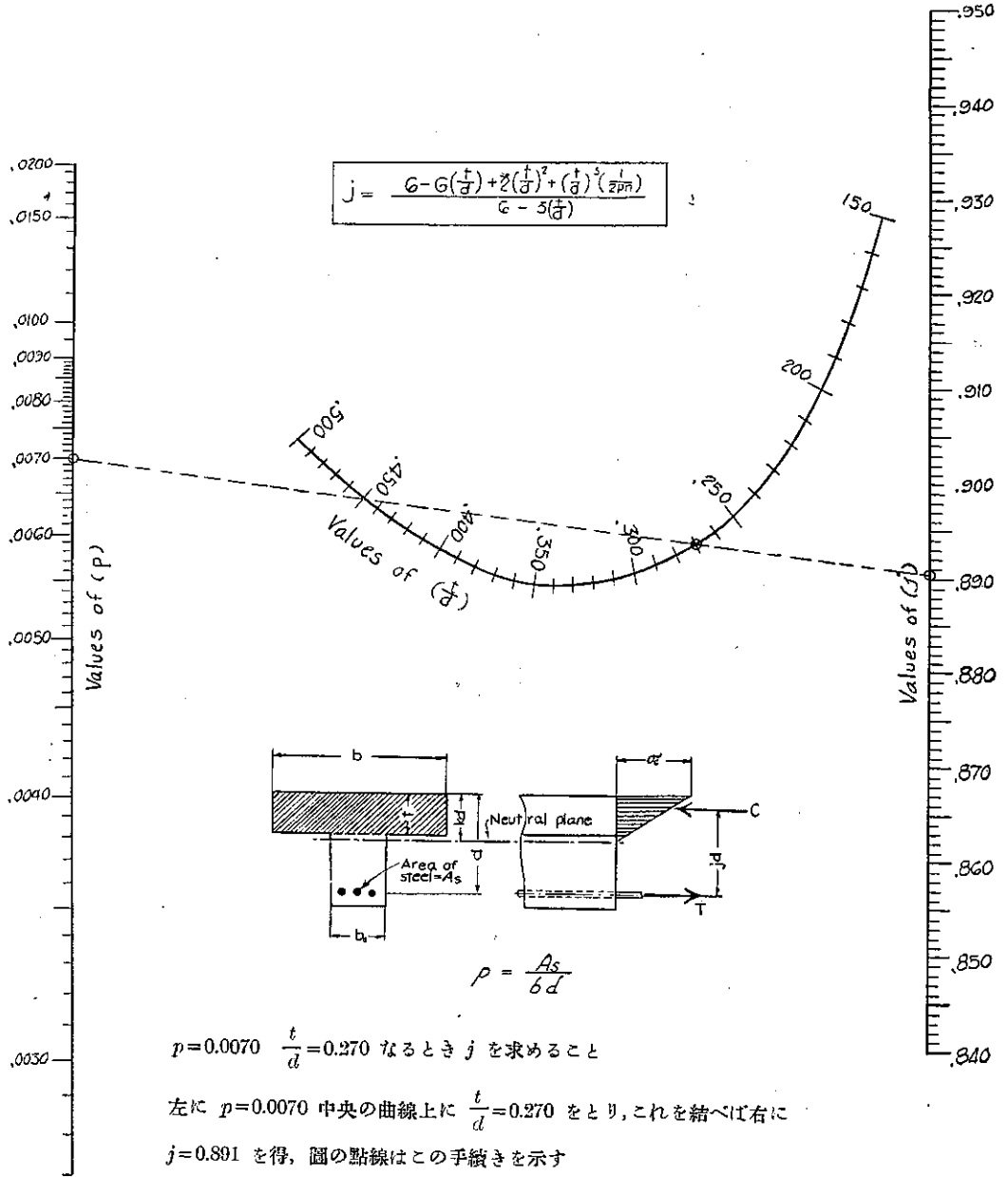
$$p = \frac{\sigma_c}{\sigma_s} \left(\frac{t}{d} \right) \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d} \right) \right] - \frac{1}{2n} \left(\frac{t}{d} \right)^2 \dots \dots \dots (26)$$

を得る。

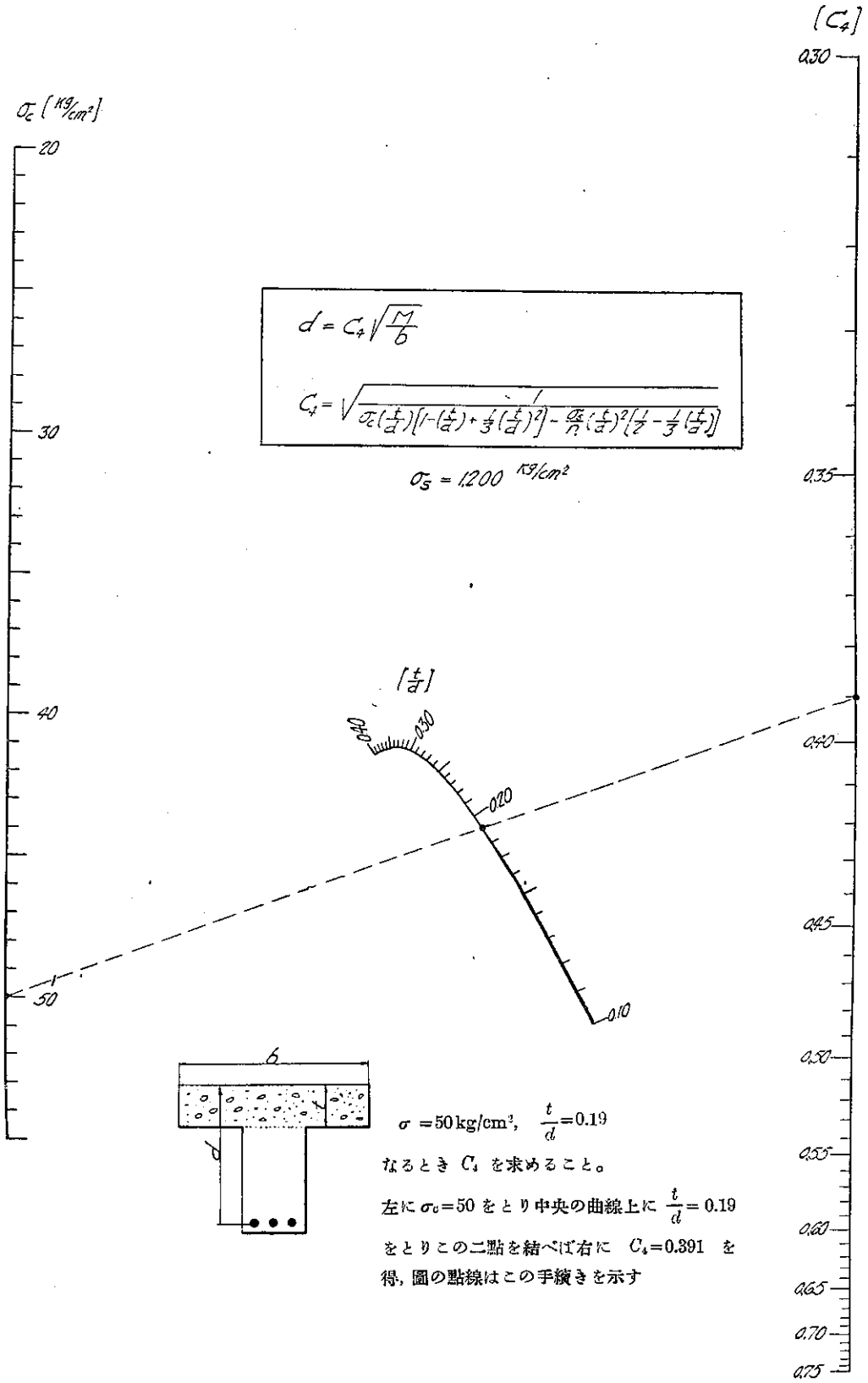
第三圖表



第四圖表



第・五 圖 表



次に (29) 式に (31) 式の k を代入し

$$j = 1 - \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d} \right) \frac{\frac{3n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} - 2 \left(\frac{t}{d} \right)}{\frac{2n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} - \left(\frac{t}{d} \right)} \dots \dots \dots (ネ)$$

を得、之を (30) 式に代入し且つ σ_c, σ_s の関係を満足せしむる (26) 式の p を用ひて (30) 式を書き換ふれば

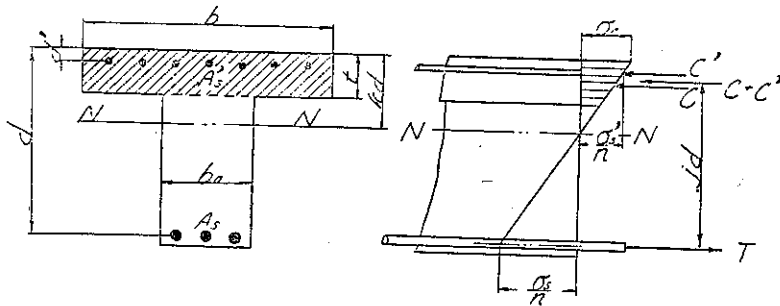
$$\frac{M}{bd^2} = \sigma_s j p = \sigma_s \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d} \right) \frac{\frac{3n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} - 2 \frac{t}{d}}{\frac{2n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} - \frac{t}{d}} \right] \left[\frac{\sigma_c}{\sigma_s} \left(\frac{t}{d} \right) \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d} \right) \right] - \frac{1}{2n} \left(\frac{t}{d} \right)^2 \right]$$

之を整理して

$$d = \sqrt{\frac{1}{\sigma_c \left(\frac{t}{d} \right) \left[1 - \left(\frac{t}{d} \right) + \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d} \right)^2 \right] - \frac{\sigma_s}{n} \left(\frac{t}{d} \right)^2 \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d} \right) \right]} \sqrt{\frac{M}{b}} \dots (24) \text{及} (25)$$

M, b, σ_c, σ_s 及 d 等の単位は (1) 及 (2) 式の場合と同様である。この関係をノモグラムにすれば 第五圖表 の如くである。

[A]—(4) 複鉄筋 T 形断面



第四圖

之は餘り複雑であつて断面の設計を色々の條件に合ふ様に簡單に行ふわけには行かない。故に断面は既に定まつたものとして應力の計算式 (4b) のみを求めて見る。

$$p = \frac{A_s}{bd} \dots \dots \dots (32)$$

$$p' = \frac{A_s'}{bd} \dots \dots \dots (33)$$

應力分布圖より

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_s} = \frac{kd}{d - kd} \dots \dots \dots (1)$$

故に

$$\sigma_s = \frac{1-k}{k} n \sigma_c$$

$$\sigma_c = \frac{k}{n(1-k)} \sigma_s \dots \dots \dots (37)$$

又第四圖の應力分布圖より

$$\frac{\sigma_c}{\frac{\sigma_s'}{n}} = \frac{kd}{kd-d'} \dots \dots \dots (\times)$$

故に

$$\sigma_s' = \frac{k - \frac{d'}{d}}{k} n \sigma_c$$

前述の如く

$$T = C + C'$$

茲に T, C, C' は (イ), (×) 式等を用ひ

$$T = A_s \sigma_s = p b d \frac{(1-k)}{k} n \sigma_c$$

$$C = \sigma_c b t \left(1 - \frac{t}{2kd}\right)$$

$$C' = A_s' \sigma_s' = p' b d \frac{k - \frac{d'}{d}}{k} n \sigma_c$$

故に前式に之等を代入し整理すれば

$$k \left[np + np' + \left(\frac{t}{d}\right) \right] = np + \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d}\right)^2 + np' \left(\frac{d'}{d}\right)$$

即ち中立軸の位置 k は

$$k = \frac{np + \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d}\right) + np' \left(\frac{d'}{d}\right)}{np + \left(\frac{t}{d}\right) + np'} \dots \dots \dots (34)$$

更に jd は前述 [A]-(2) の (チ) 及 (チ') 式を用ひて行ふ方法と同様にして

$$jd = \frac{C \left[d - \frac{t}{3} \frac{3kd-2t}{2kd-t} \right] + C'(d-d)}{C + C'}$$

之に前の C 及 C' を代入し整理すれば

$$j = \frac{\left(\frac{t}{d}\right)\left[2k - \left(\frac{t}{d}\right) - \left(\frac{t}{d}\right)k + \frac{2}{3}\left(\frac{t}{d}\right)^2\right] + 2np'\left(k - \frac{d'}{d}\right)\left(1 - \frac{d'}{d}\right)}{\left(\frac{t}{d}\right)\left[2k - \left(\frac{t}{d}\right)\right] + 2np'\left(k - \frac{d'}{d}\right)}$$

更に (34) 式の p' を代入せば

$$j = \frac{\frac{d'}{d}\left(\frac{t}{d}\right)\left(2k - \frac{t}{d}\right) - \left(\frac{t}{d}\right)^2\left(k - \frac{2}{3}\frac{t}{d}\right) + 2np\left(1 - k\right)\left(1 - \frac{d'}{d}\right)}{2np(1 - k)} \dots\dots\dots (35)$$

従つて應力は

$$\sigma_s = \frac{M}{Asjd} \left(= \frac{M}{pjb d^2} \right) \dots\dots\dots (36)$$

σ_s は前述の (37) 式にて求むる事が出来る。(34) 及 (35) 式は甚だ複雑であるが、ノモグラムに依れば簡単に之を求むる事が出来る。

[B] 彎曲率及軸力又は偏心軸力を受くる場合

示方書本文第九十二條『帶鐵筋柱』第九十三條『螺旋筋柱』及第九十四條『中心軸荷重を受くる長柱』は柱の有効斷面の重心點に軸力が作用する場合の計算である。斯かる場合を中心軸荷重を受けた柱の計算と稱する。

然るに構造物の部材中には中心軸力(重心點に働く軸力)のみならず彎曲率を受くる場合や、軸力が部材斷面の重心點より一方に偏して作用する場合等がある。之が第九十五條『偏心軸荷重又は彎曲率を受くる柱』の場合で、之等を總稱して偏心軸荷重を受けた柱の計算と稱する。

勿論上記の二つの載荷状態は、孰れも柱に限つた事でなく桁に就ても言はれる處であつて、嚴密の意味で構造物部材の應力状態を検討すれば、殆んど總ての鐵筋コンクリート構造物は、中心軸荷重のみ(第九十二條乃至第九十四條、普通の柱の計算)或は彎曲率のみ(參考篇[A]普通の桁の計算)を受くるには非ずして、多かれ少なかれ中心軸荷重と彎曲率若くは偏心軸荷重(第九十五條、參考篇[B])を受けて居ると言ひ得るのである。然し普通の柱の計算や普通の桁の計算は非常に簡單であるに反し、今茲に導かんとする[B]の計算は一般に面倒であるから、設計計算に當つては當然[B]の計算に依るべきを、普通の柱若くは桁の場合の計算のみにしてつて多少の曖昧さは不問に附して了ふ事が多い。勿論斯かる簡略計算法で充分の場合もあるが、拱とかラーメンの柱等では[B]の計算を是非とも行ひたい場合が多い。且つ現今の發達した外力の計算方法並に圖表乃至ノモグラム等に依る部材斷面算の計

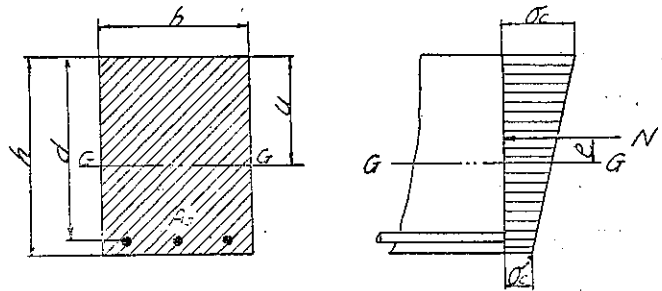
簡單化は、容易に [B] の計算を行ひ易からしめて居る。従つて示方書参考篇に [B] の計算式を比較的餘計に掲げた次第である。此の計算式は未だ諸外國の書籍にも見出されぬのが多いが之等は今回の示方書編纂に當つて作成され且つノモグラム等によつて實用化されたものである。

尙ほ一言すべき事は、下記の計算も [A] と同様に左右對稱なる断面に就て計算せるもので、偏心軸荷重の作用點は此の對稱軸上にある場合である。且つ計算式には中心軸（重心點に働く軸力）と彎曲率 M の代りに外力は總て偏心軸力 N と偏心距離 e で與へられて居る。之は既に知られたる如く前者の場合が後者を以つて直ちに示し得るからで、勿論 $M=N \cdot e$ である。

[B]—(1) 單鐵筋矩形断面

[B]—(2) 複鐵筋矩形断面

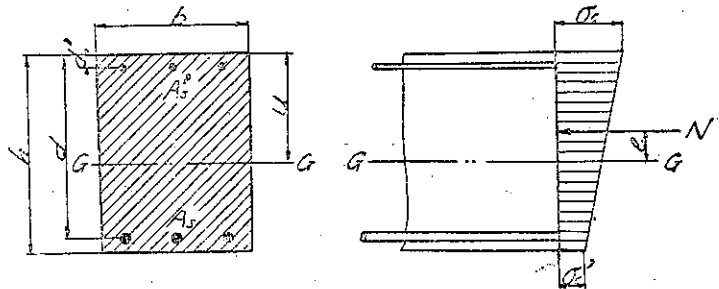
[B]—(1) と [B]—(2) は同時に導いた方が便利であるから、同時に説明しやう。先ず (1b) 及 (2b) はコンクリート断面に張應力の起らぬ場合、若くは張應力が起つても其の大きさが小さく(第九十五條, (2)に依り許容軸壓應力の $\frac{1}{5}$ 以下)、従つて断面の計算にコンクリートの抗張部分を見捨てる必要がない場合で、コンクリートの全断面を有效として計算すればよいのである。



第五圖

第五圖は第七圖より抗

壓鐵筋 A_s だけを除いたものに過ぎぬから、第七圖の場合の算式を求め、その式に $A_s' = 0$ と置けば宜敷い。従つて第七圖に於て、先づ断面の重心線の位置 u を決定すべく抗壓突縁上端に關し



第七圖

断面の一次率を求めて見る。すると全有效断面をコンクリート断面に換算した値即ち等値斷

面 A_i は

$$A_i = bh + nA_s + nA'_s$$

で之が重心點に集つて居ると考へた場合の一次率は

$$uA_i = u(bh + nA_s + nA'_s)$$

で、その外に一次率として $(hb\frac{h}{2} + nA_s d + nA'_s d')$ と考へられるから、此の兩者を等しと置いて、次の如く u の値を得る。

$$u = \frac{\frac{bh^2}{2} + nA_s d + nA'_s d'}{bh + n(A_s + A'_s)} \dots \dots \dots (47)$$

前述の如く等値斷面積 A_i は

$$A_i = bh + n(A_s + A'_s) \dots \dots \dots (48)$$

此の A_i の重心線 $G-G$ に關する斷面二次率は

$$\begin{aligned} I_i &= \frac{bu^3}{3} + \frac{b(h-u)^3}{3} + nA_s(d-u)^3 + nA'_s(u-d')^2 \\ &= \frac{b}{3} [u^3 + (h-u)^3] + nA_s(d-u)^2 + nA'_s(u-d')^2 \dots \dots \dots (49) \end{aligned}$$

従つて第九十五條示方書 (12) 式より

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{Ne}{I_i} u \dots \dots \dots (50)$$

$$\sigma'_c = \frac{N}{A_i} - \frac{Ne}{I_i} (h-u) \dots \dots \dots (51)$$

(1b₁) の單鐵筋の場合は上記 (47), (48), (49) 式に $A'_s = 0$ と置いて (38), (39), (40) 式を得、之等の A_i, I_i を (41) 及 (42) 式に代入して σ_c 及 σ'_c を求むる事が出来る。

(2b₁) の對稱鐵筋の場合は $A_s = A'_s, d' = h - d$ なる條件を、(47), (48), (49) 式に入れて (52), (53), (54) 式を得る事が出来る。

上記の計算で注意すべき事は、(42), (51), (55) 式等で求めた σ'_c が、張應力となつた場合、許容軸壓應力 (第七十三條 (1) 式) の $1/5$ を超過しないか否かを一應調べて見る事である。若し超過した場合には改めて (1b₂), (2b₂) の計算式に依らねばならない。

次に $\sigma'_c > \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合、即ち (1b₂), (2b₂) 式の場合を求めて見る。此の場合にはコンクリートの抗張部分は全部之を無視して了ふのであるが(参考圖参照)、今之を無視せざる場合の等値斷面重心線より偏心軸力 N までの距離を考へて見ると、之は前述せる處と同様にして $M = Ne_1$ で計算する事が出来る。 e_1 が解れば e (斷面中心線 $C-C$ より偏心軸力迄の距離)

も解かる。従つて部材中心線を基準として N の位置は決定される。故に次に N と中立軸 $N-N$ との距離 e_0 さへ何等かの方法により求むることが出来れば、 N の位置から逆に中立軸の位置が決定されるのである。即ち断面の應力の計算が出来ゝる事になる。

参考圖より断面全應力は $\int \sigma dA$, 中立軸 $N-N$ に関する應力の力率の總和は $\int \sigma y dA$ 故に之を外力と等しと置けば

$$N = \int \sigma dA = \int \frac{\sigma}{y} y dA$$

$$N e_0 = \int \sigma y dA = \int \frac{\sigma}{y} y^2 dA \dots\dots$$

を得る。茲に σ/y は應力の分布が直線的變化をなすものと假定するから常數であるし、 $\int y dA$ は有效断面の一次率 G_{N-N} , $\int y^2 dA$ は有效断面の二次率 I_{N-N} であるから、上記は

$$N = \frac{\sigma}{y} \int y^2 dA = \frac{\sigma}{y} G_{N-N}$$

$$N e_0 = \frac{\sigma}{y} \int y^2 dA = \frac{\sigma}{y} I_{N-N}$$

となる。従つて此の兩式より

$$e_0 = \frac{I_{N-N}}{G_{N-N}} \dots\dots (ル)$$

又應力は

$$\sigma = \frac{N}{G_{N-N}} y \dots\dots (オ)$$

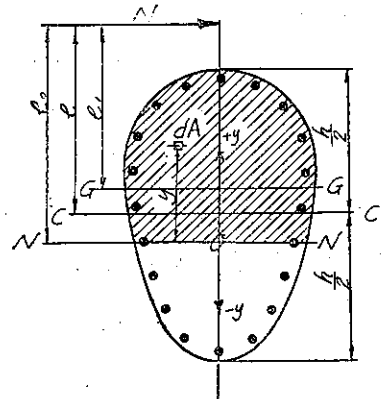
にて求める事が出来る。

今之を第六圖及第八圖の場合に應用して見やう。但し單鐵筋と複鐵筋の場合であるから (1b₁), (2b₁) の時と同様に第八圖 (2b₂) の複鐵筋の場合についてのみ計算すれば單鐵筋の場合は之に $A_s' = 0$ とおいて求むる事が出来る。さて第八圖に於て

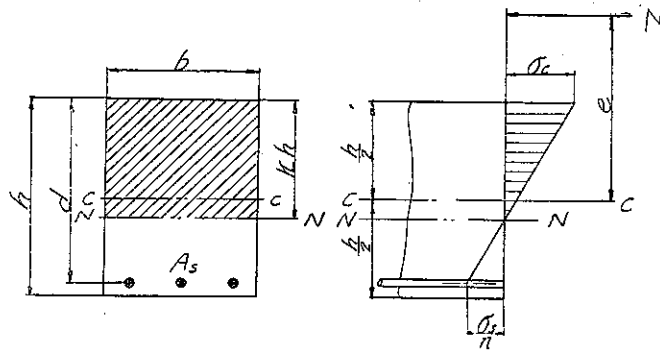
$$p = \frac{A_s}{bh} \dots\dots (56)$$

$$p' = \frac{A_s'}{bh} \dots\dots (57)$$

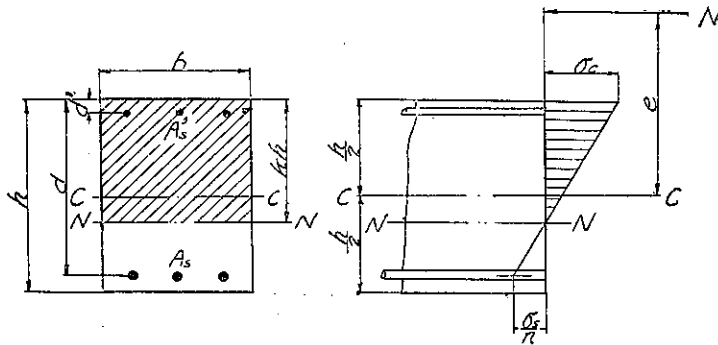
(ル) 式の G_{N-N} , I_{N-N} は



参考圖



第六圖



第八圖

$$G_{N-N} = bkh \frac{kh}{2} + nA_s'(kh - d') - nA_s(d - kh)$$

$$I_{N-N} = \frac{b(kh)^3}{3} + nA_s'(kh - d')^2 + nA_s(d - kh)^2$$

故に (ル) 式より

$$e_0 = \frac{I_{N-N}}{G_{N-N}} = \frac{bh^3 \frac{k^3}{3} + bh^3 \left[n\bar{p}' \left(k - \frac{d'}{h} \right)^2 + np \left(\frac{d}{h} - k \right)^2 \right]}{bh^2 \frac{k^2}{2} + bh^2 \left[np' \left(k - \frac{d'}{h} \right) - np \left(\frac{d}{h} - k \right) \right]}$$

茲に e_0 は中立軸より軸力 N までの距離であるが、次に断面中心線より軸力 N 迄の距離 e を求めて見ると

$$e = e_0 + \left(\frac{h}{2} - kh \right)$$

である。

故に之に上の e_0 を代入し整理すれば

$$\frac{e}{h} = \frac{-\frac{k^3}{6} + \frac{k^2}{4} + np' \left(k - \frac{d'}{h}\right) \left(\frac{1}{2} - \frac{d'}{h}\right) + np \left(\frac{d}{h} - k\right) \left(\frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right)}{\frac{k^2}{2} + np' \left(k - \frac{d'}{h}\right) - np \left(\frac{d}{h} - k\right)} \dots (7)$$

之を更に整理すれば未知数 k に関する三次方程式を得る。茲に e は勿論外力の計算から求めた既知数である。即ち (7) 式より

$$k^3 + 3\left(\frac{e}{h} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 6n \left[p \left(\frac{e}{h} + \frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right) + p' \left(\frac{e}{h} + \frac{d'}{h} - \frac{1}{2}\right) \right] k - 6n \left[p \left(\frac{e}{h} + \frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right) \frac{d}{h} + p' \left(\frac{e}{h} + \frac{d'}{h} - \frac{1}{2}\right) \frac{d'}{h} \right] = 0 \dots (58)$$

之を解いて中立軸の位置 k を求むる事が出来る。之が中立軸を求むる一般の方法である。尚ほ上記の算法は稍々面倒であるから外に試算に依り k を求むる算式がある。稍方法が違ふから茲には述べないが其の方法に依れば圖表又はノモグラムを使用して k を求める事が出来る。尚ほ之等の外に圖式解法に依つて第八圖の計算を行ふ事も出来る。

應力 σ_c は (オ) 式に前述の G_{N-N} 及び $y = kh$ を代入して

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{Nkh}{\frac{bk^2h^2}{2} + nA_s'(kh - d') - nA_s(d - kh)} \\ &= \frac{N}{bh} \frac{k}{\frac{1}{2}k^2 + np' \left(k - \frac{d'}{h}\right) - np \left(\frac{d}{h} - k\right)} \dots (カ) \end{aligned}$$

即ち (カ) 式で求められるが、又 (カ) 式の兩邊を (7) 式の兩邊で割つて

$$\sigma_c = \frac{Ne}{bh^2} \frac{1}{\frac{k}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3}\right) + \frac{np'}{k} \left(k - \frac{d'}{h}\right) \left(\frac{1}{2} - \frac{d'}{h}\right) + \frac{np}{k} \left(\frac{d}{h} - k\right) \left(\frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right)} \dots (59)$$

(59) 式からでも σ_c 求める事が出来る。

σ_c が分れば第八圖應力分布圖より抗張鐵筋の應力 σ_s は

$$\sigma_s = \frac{n\sigma_c}{k} \left(\frac{d}{h} - k\right) \dots (60)$$

對稱鐵筋の場合は $A_s = A_s'$, $d' = h - d$ 即ち $\frac{d'}{h} = 1 - \frac{d}{h}$ なる條件を (56) 乃至 (60) 式に入れて (61) 乃至 (64) 式を求める事が出来る。尚ほ (62) 式の代りに (7) 式に $p' = p$,

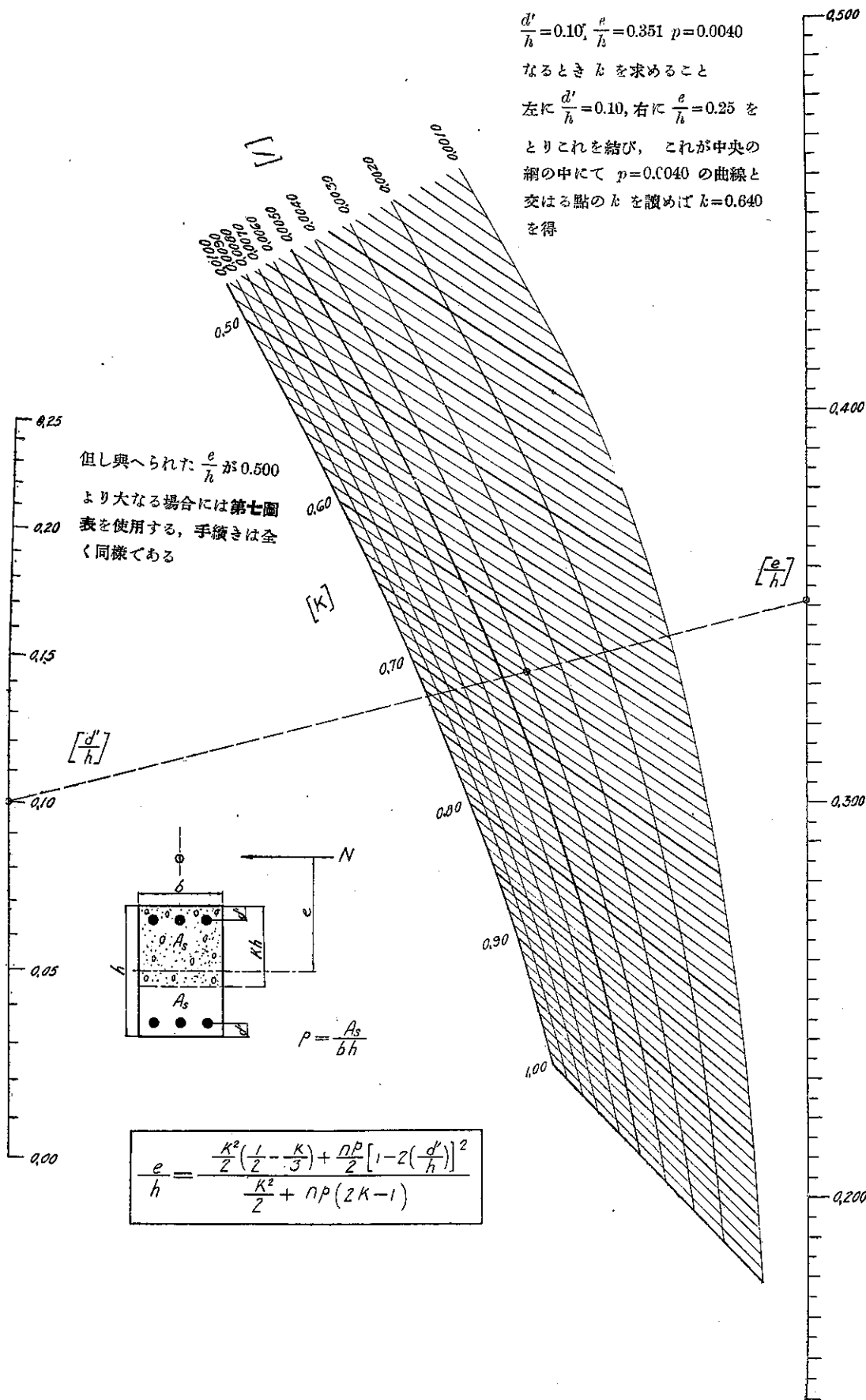
第六圖表

$$\frac{d'}{h} = 0.10, \frac{e}{h} = 0.351, p = 0.0040$$

なるとき k を求めること

左に $\frac{d'}{h} = 0.10$, 右に $\frac{e}{h} = 0.25$ を

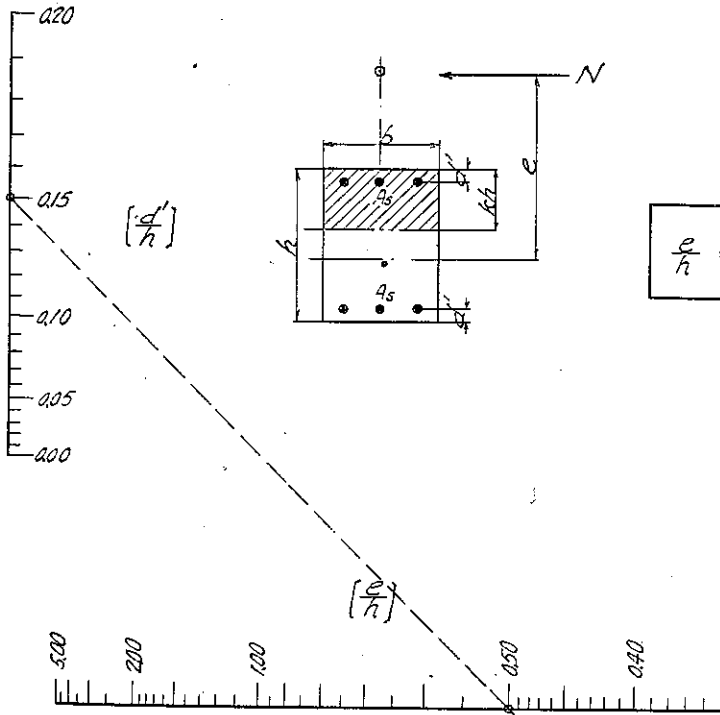
とりこれをつ結び、これが中央の網の中にて $p = 0.0040$ の曲線と交はる點の k を讀めば $k = 0.640$ を得



但し與へられた $\frac{e}{h}$ が 0.500 より大なる場合には第七圖表を使用する、手続きは全く同様である

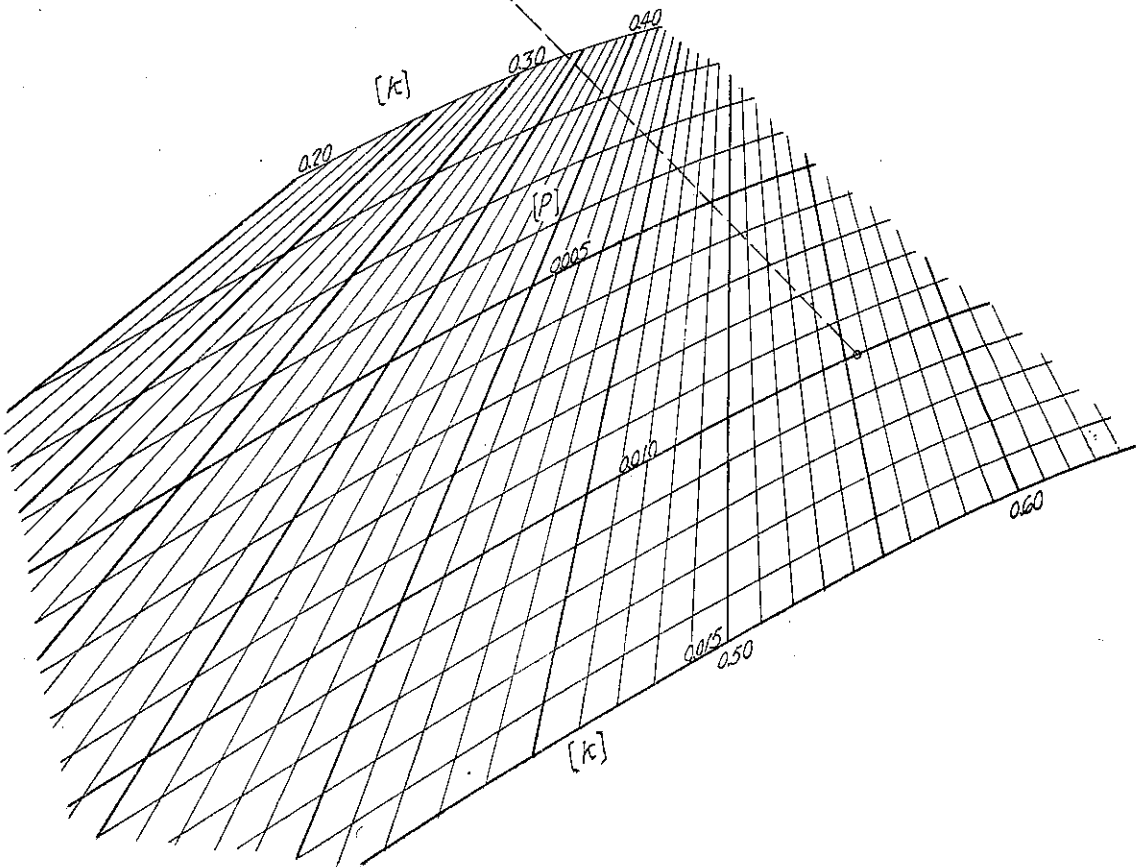
$$\frac{e}{h} = \frac{\frac{K^2}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{K}{3} \right) + \frac{np}{2} \left[1 - 2 \left(\frac{d'}{h} \right)^2 \right]^2}{\frac{K^2}{2} + np(2K-1)}$$

第七圖表



$$\frac{e}{h} = \frac{\frac{k^2}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3}\right) + \frac{np}{2} \left[1 - 2\left(\frac{d'}{h}\right)\right]^2}{\frac{k^2}{2} + np(2k-1)}$$

$$p = \frac{A_s}{bh}$$



$\frac{d}{h} = 1 - \frac{d'}{h}$ と置いて之を整理すれば

$$\frac{e}{h} = \frac{\frac{k^2}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3} \right) + \frac{np}{2} \left[1 - 2 \left(\frac{d'}{h} \right) \right]^2}{\frac{k^2}{2} + np(2k-1)}$$

を得る。此の式を用ふれば k の値をノモグラムにより得る事が出来る(第六及七圖表参照)。又(63)式の代りに(カ)式に上と同様に置いて

$$\sigma_c = \frac{N}{bh} \frac{k}{\frac{1}{2}k^2 + np(2k-1)}$$

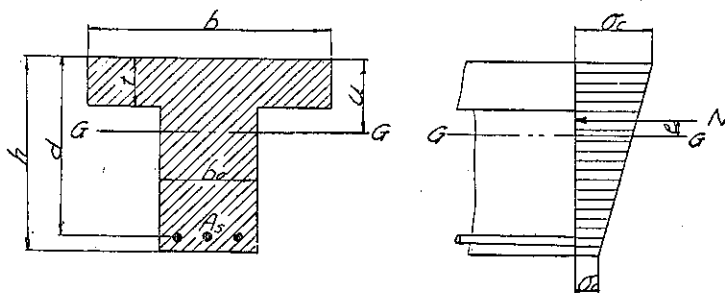
の式を得、之より應力を計算する事も出来る。

次に(1b₂)の単鉄筋の場合(56)乃至(60)式に $A_s' = 0$, 即ち $p' = 0$ と置いて、直ちに(43)乃至(46)式を得る。(1b₂)も可成り複雑であつて中立軸の位置 k は(44)の三次方程式を解いて求むるのであるが、之にも茲には述べぬが別の算法に依り應力を求むる算式及び圖式解法がある。

[B]-(3) 単鉄筋 T 形断面

[B]-(4) 複鉄筋 T 形断面

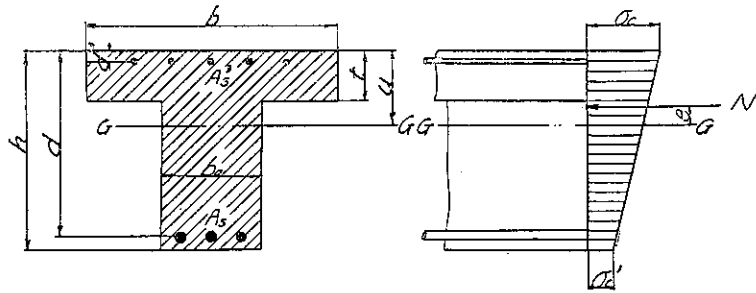
[B]-(1) 及 [B]-(2) の場合と同様に先づ複鉄筋の算式(46₁)を求める事にする(第十一圖参照)。



第九圖

突縁上端に關し断面一次率を求め之より重心線の位置 u を得る。

$$u = \frac{\frac{bt^2}{2} + \frac{b_0}{2}(h-t)(h+t) + n(A_s d + A_s' d')}{bt + b_0(h-t) + n(A_s + A_s')} \dots \dots \dots (74)$$



第十一圖

等値斷面積 A_i は

$$A_i = bt + b_0(h-t) + n(A_s + A_s') \dots\dots\dots(75)$$

A_i の重心線 $G-G$ に関する斷面二次率は

$$I_i = \frac{b_0 h^3}{12} + b_0 h \left(\frac{h}{2} - u \right)^2 + (b - b_0) \frac{t^3}{12} + (b - b_0) t \left(u - \frac{t}{2} \right)^2 + n A_s (d - u)^2 + n A_s' (u - d')^2$$

之を變化して

$$I_i = \frac{b_0}{3} \left[u^3 + (h-u)^3 \right] + t(b-b_0) \left[\frac{t^2}{12} + \left(u - \frac{t}{2} \right)^2 \right] + n A_s (d-u)^2 + n A_s' (u-d') \dots\dots\dots(76)$$

従つて第九十五條、示方書(12)式に上記 A_i 及 I_i の値を代入し

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{N e}{I_i} u \dots\dots\dots(77)$$

$$\sigma_s' = \frac{N}{A_i} - \frac{N e}{I_i} (h-u) \dots\dots\dots(78)$$

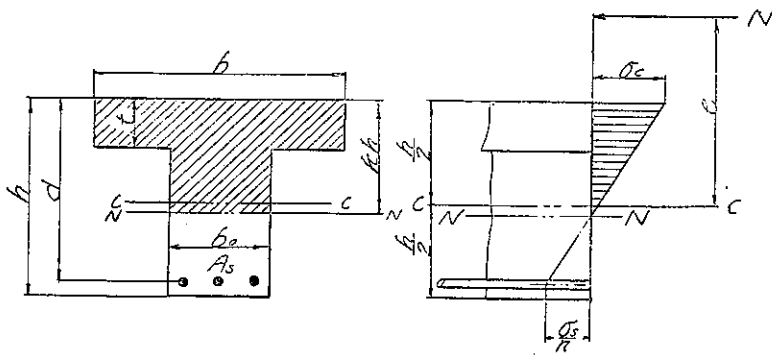
にて應力を得る。

(3b₁) の單鐵筋の場合は、上記(74)乃至(78)式に $A_s' = 0$ と置いて(65)乃至(69)式を求むる事が出来る。

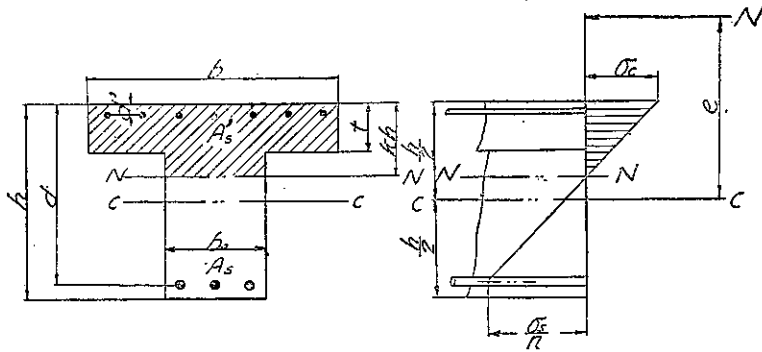
上記の計算で注意すべき事は(69)、(78)式等で求めた σ_c' が、張應力となつた場合、許容軸壓應力(第七十三條(1)式)の1/5を超過しないか否かを一應調べて見る事である。若し超過した場合には改めて(3b₂)、(4b₂)の算式に依らねばならない。

次に $\sigma_c' > \frac{1}{5} \sigma_{ca}'$ の場合、即ち(3b₂)、(4b₂)の場合を行つて見る。此の場合にも[B]-(1)[B]-(2)に述べた(ル)及(オ)式を用ひ、且つ先づ複鐵筋の場合から求めて見る。

第十二圖にて



第十圖



第十二圖

$$p = \frac{A_s}{bh} \dots \dots \dots (79)$$

$$p' = \frac{A_s'}{bh} \dots \dots \dots (80)$$

(ル) 式の G_{N-N} I_{N-N} は

$$G_{N-N} = b_0 k t \frac{k h}{2} + (b - b_0) t \left(k h - \frac{t}{2} \right) + n A_s' (k h - d') - n A_s (d - k h)$$

$$I_{N-N} = \frac{b_0 k^3 h^3}{3} + (b - b_0) \frac{t^3}{12} + (b - b_0) t \left(k h - \frac{t}{2} \right)^2 + n A_s' (k h - d')^2 + n A_s (d - k h)^2$$

故に (ル) 式より

$$e_0 = \frac{I_{N-N}}{G_{N-N}} = \frac{\frac{b_0 k^3 h^3}{3} + (b - b_0) \left[\frac{t^3}{12} + t \left(k h - \frac{t}{2} \right)^2 \right] + n A_s' (k h - d')^2 + n A_s (d - k h)^2}{\frac{b_0 k^2 h^2}{2} + (b - b_0) t \left(k h - \frac{t}{2} \right) + n A_s' (k h - d') - n A_s (d - k h)}$$

然るに断面中心線より軸力 N 迄の距離 e は

$$e = e_0 + \left(\frac{h}{2} - kh\right)$$

であるから、之に上の e_0 を代入して

$$\frac{e}{h} = \frac{\frac{b_0}{3b}k^3 + \left(\frac{t}{h}\right)\left(\frac{b-b_0}{b}\right)\left[\frac{1}{12}\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left\{k - \frac{1}{2}\left(\frac{t}{h}\right)\right\}^2\right] + np'\left(k - \frac{d'}{h}\right)^2 + np\left(\frac{d}{h} - k\right)^2}{\frac{b_0}{2b}k^2 + \left(\frac{b-b_0}{b}\right)\frac{t}{h}\left(k - \frac{1}{2}\frac{t}{h}\right) + np'\left(k - \frac{d'}{h}\right) - np\left(\frac{d}{h} - k\right) + \left(\frac{1}{2} - k\right)}$$

之を整理すれば

$$\frac{e}{h} = \frac{\left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3}\right)k^2 - \left(1 - \frac{b_0}{b}\right)\left(k - \frac{t}{h}\right)^2\left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3} - \frac{2}{3}\frac{t}{h}\right)}{k^2 - \left(1 - \frac{b_0}{b}\right)\left(k - \frac{t}{h}\right)^2 + 2np'\left(k - \frac{d'}{h}\right) + 2np'\left(k - \frac{d'}{h}\right)\left(\frac{1}{2} - \frac{d'}{h}\right) + 2np\left(\frac{d}{h} - k\right)\left(\frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right) - 2np\left(\frac{d}{h} - k\right)} \dots\dots (81)$$

之より試算法によつて中立軸の位置 k を求むる事が出来る。勿論之は甚だ面倒であるから一般には圖式解法に依つて中立軸の位置を求める方法に依る様である。

次に應力 σ_c は (オ) 式に前述の G_{N-N} 及び $y = kh$ を代入して

$$\sigma_c = \frac{N}{bh} \frac{2k}{k^2 - \left(1 - \frac{b_0}{b}\right)\left(k - \frac{t}{h}\right)^2 + 2np'\left(k - \frac{d'}{h}\right) - 2np\left(\frac{d}{h} - k\right)} \dots\dots (82)$$

σ_c が解かれれば應力分布圖より

$$\sigma_s = \frac{n\sigma_c\left(\frac{d}{h} - k\right)}{k} \dots\dots (83)$$

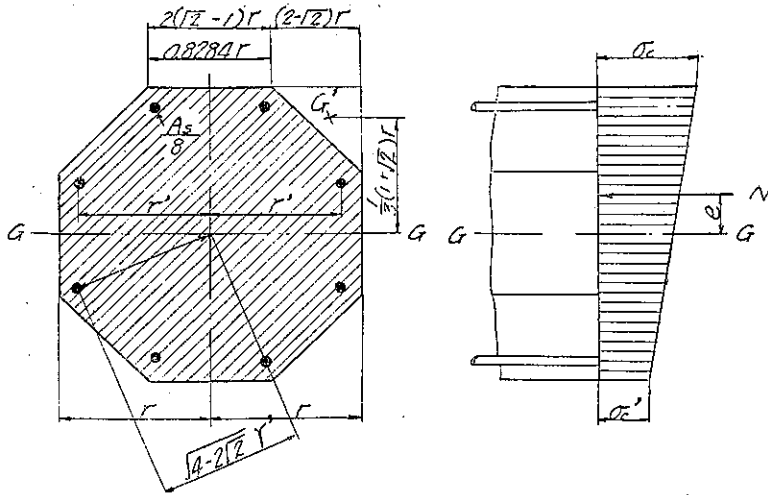
次に (3b₂) の單鐵筋の場合は (79) 乃至 (83) 式に $A_s' = 0$ 即ち $p' = 0$ と置いて、直ちに (70) 乃至 (73) 式を得る。これも可成り複雑であつて、本式の外には圖式解法に依る外方法はない。

[B]-(5) 八角形断面

八角形断面は正八角形で各頂角に同じ鐵筋が各一本宛ある場合の算式のみを茲に導いて居

る。此の場合も全コンクリート断面を有効とする(5b₁)の場合と抗張部分を無視して了ふ(5b₂)の場合とがある。

先づ(5b₁)より求める。此の場合重心の位置は断面の中心線と一致する。等値断面積 A_i は第十三圖より



第十三圖

$$A_i = 4r^2 - 4 \frac{(2 - \sqrt{2})^2 r^2}{2} + nA_s$$

$$= 3.3137r^2 + 3.3137r^2 np = 3.3137(1 + np)r^2 \dots\dots\dots (\text{㉟})$$

茲に

$$p = \frac{A_s}{3.3137r^2} \dots\dots\dots (84)$$

次に重心線に関する断面二次率 I_i は

$$I_i = \frac{2r(2r)^3}{12} - 4 \left[\frac{(2 - \sqrt{2})r(2 - \sqrt{2})^3 r^3}{36} + \frac{1}{2} (2 - \sqrt{2})^2 r^2 \left\{ \frac{1}{3} (1 + \sqrt{2}) r \right\}^2 \right]$$

$$+ \frac{nA_s}{2} (\sqrt{4 - 2\sqrt{2}} r')^2$$

之を整理すれば

$$I_i = r^4 \left[0.8758 + 1.9411 np \left(\frac{r'}{r} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (\text{㉞})$$

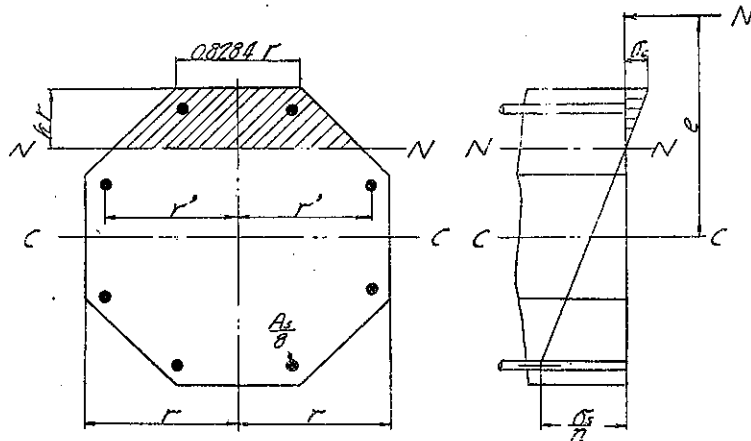
従つて第九十五條、示方書(12)式の A_i 及 I_i に(㉟)及(㉞)式の値を代入し、且つ $y=r$ と置き

$$\left. \begin{matrix} \sigma_c \\ \sigma_c' \end{matrix} \right\} = \frac{N}{r} \left[\frac{1}{3.3137(1+np)} \pm \frac{e}{r} \frac{1}{0.8758 + 1.9411np \left(\frac{r'}{r} \right)^3} \right] \dots\dots\dots (85)$$

を得る。但し $\sigma_c' < \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の条件が成立するか否かを一應確かめて見る必要がある。茲に σ_{ca} はコンクリート許容軸壓應力(第七十三條(1)式参照)である。

次に $\sigma_c' > \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合は、コンクリート抗張部分を無視する(5b₂)の算式に依らねばならぬが、此の場合は中立軸の位置如何に依つて算式が三通りになつて居る。

先づ(1)は第十四圖の場合で $k=0$ 乃至 0.5858 の範圍である。此の場合(ル)式を作つて見ると



第十四圖

$$G_{N-N} = 0.8284rkr \frac{kr}{2} + 2 \frac{k^2r}{2} \frac{kr}{3} + nA_s(1-k)r$$

$$I_{N-N} = \frac{0.8284r(kr)^3}{3} + 2 \frac{kr(kr)^3}{12} + \frac{nA_s}{2}(4-2\sqrt{2})r^2 + nA_s(1-k)^2r^2$$

故に(ル)式に之を代入し且つ整理すれば

$$e = \frac{I_{N-N}}{G_{N-N}} = \frac{r \left[\frac{k^4}{6} + \frac{0.8284k^3}{3} \right] + npr \left[1.9411 \left(\frac{r'}{r} \right)^3 + 3.3137(1-k)^2 \right]}{r^3 \left[\frac{k^3}{3} + \frac{0.8284k^2}{2} \right] - 3.3137np(1-k)r^3}$$

然るに断面中心線より軸力 N 迄の距離 e は $e=e_0+(1-k)r$ であるから、之に上の e_0 を代入して整理すれば

$$\frac{e}{r} = \frac{k^2(k + 1.2426) - k^3\left(\frac{k}{2} + 0.4142\right) + 5.8234np\left(\frac{r'}{r}\right)}{k^2(k + 1.2426) - 9.9411np(1 - k)} \dots\dots (87)$$

應力 σ_c は (オ)式に前述の G_{N-N} 及び $y = kr$ を代入して

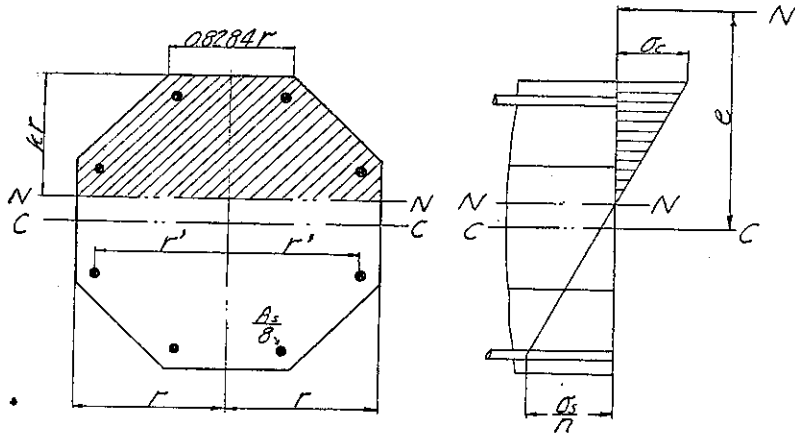
$$\sigma_c = \frac{N}{r^2} \cdot \frac{k}{k^2\left(\frac{k}{3} + 0.4142\right) - 3.3137np(1 - k)} \dots\dots (88)$$

を得る。

σ_c が解かれれば應力分布圖より抗張鐵筋の最大應力 σ_s は

$$\sigma_s = n\sigma_c \frac{1 - k + \frac{r'}{r}}{k} \dots\dots (89)$$

次に第二の場合、即ち (2) の第十五圖の場合で、 $k = 0.5858$ 乃至 1.4142 の範圍である。此



第十五圖

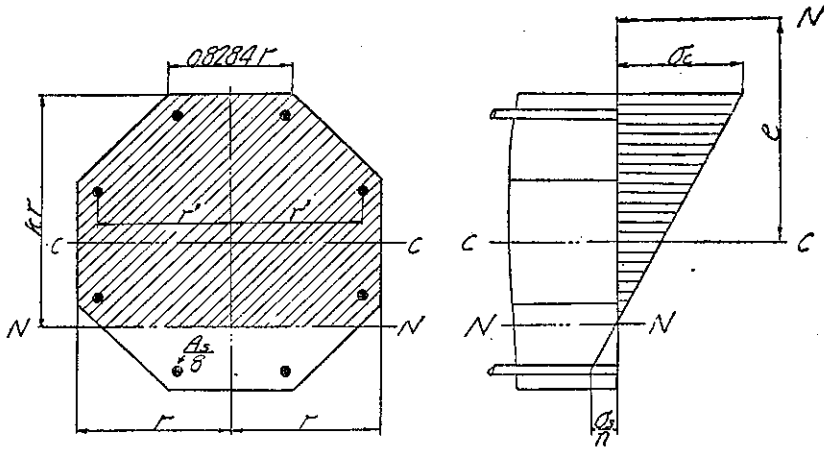
の場合 (ル) 式を作り e_0 を求め次に $e = e_0 + r(1 - k)$ に依つて k の位置を求むれば

$$\frac{e}{r} = \frac{k^2 - 0.3333k^3 - 0.0066 - 0.2761(k - 0.1953) + 1.9411np\left(\frac{r'}{r}\right)^2}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - 3.3137np(1 - k)} \dots\dots (91)$$

應力 σ_c は前と同様にして

$$\sigma_c = \frac{N}{r^2} \frac{k}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - 3.3137np(1 - k)} \dots\dots (92)$$

次に第三の場合即ち、(3) の第十六圖の場合で、 $k = 1.4142$ 乃至 2.000 の範圍である。此の場合の計算も前と同様にして



第十六圖

$$\frac{e}{r} = \frac{k^2 - \frac{1}{3}k^3 - 0.0066 - 0.2761(k - 0.1953) - \frac{1}{6}(k - 1.4142)^3}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - \frac{1}{3}(k - 1.4142)^3} + \frac{(0.5858 - k) + 1.9411np \left(\frac{r'}{r}\right)^2}{-3.3137np(1 - k)} \dots (95)$$

應力 σ_c は前と同様にして

$$\sigma_c = \frac{N}{r^2 k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - 0.3333(k - 1.4142)^3 - 3.3137np(1 - k)} k \dots (96)$$

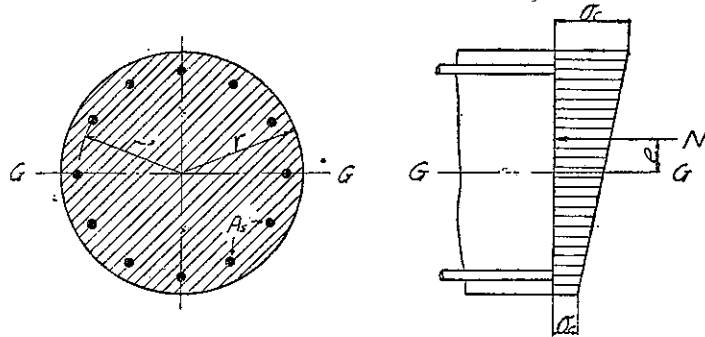
上記の諸式は一見甚だ面倒であるが、孰れもノモグラムを使用すれば簡単にその値を求める事が出来る。

[B]-(6) 圓形断面

鉄筋の数は別段に制限なく、たゞ之等が圓形の周圍に均等に分布されて居ればよい。其の全斷面積を A_s とする。

此の場合も全コンクリート断面を有效とする (6b₁) の場合と抗張部分を無視して了ふ (6b₂) の場合とがある。

先づ (6b₁) より求める。此の場合重心の位置は断面の中心線と一致する。等値斷面積 A_e は第十七圖より



第十七圖

$$p = \frac{A_s}{\pi r^2} \dots \dots \dots (98)$$

$$A_i = \pi r^2 + n A_s = \pi r^2 (1 + np) \dots \dots \dots (\nu)$$

重心線に関する断面二次率 I_i は

$$I_i = \frac{\pi r^4}{4} + n A_s \frac{r'^2}{2} = \pi r^4 \left[\frac{1}{4} + \frac{np}{2} \left(\frac{r'}{r} \right)^2 \right] \dots \dots \dots (\zeta)$$

従つて第九十五條 (12) 式の A_i 及 I_i に (ν) 及 (ζ) 式の値を代入し、且つ $y=r$ と置き

$$\left. \begin{matrix} \sigma_c \\ \sigma_c' \end{matrix} \right\} = \frac{N}{\pi r^2} \left[\frac{1}{(1+np)} \pm \frac{4 \cdot e}{1+2np \left(\frac{r'}{r} \right)^2 r} \right] \dots \dots \dots (99)$$

を得る。但し $\sigma_c' < \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の条件が成立するか否かを一應確めて見る必要がある。茲に σ_{ca} はコンクリート許容軸壓應力 (第七十三條 (1) 式参照) である。

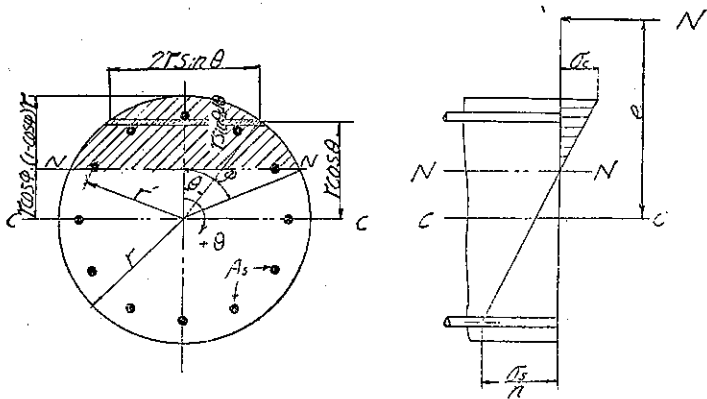
次に $\sigma_c' > \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合は、コンクリート抗張部分を無視する (6b₂) の算式に依らねばならぬ。第十八圖に於て計算の便宜上、中立軸の位置を極座標の角によつて示す事にする。即ち角 θ を垂直位置より始まり時計方向を正として示す事とし、この θ の或る値 φ の大きさに依り中立軸の位置を與へる事とする。算式の求め方は [B]-(1), [B]-(2) に述べた (ル) 及 (オ) 式を用ふるもので、前述せる種々の断面の場合と何等異らない。先づ鉄筋比は

$$p = \frac{A_s}{\pi r^2} \dots \dots \dots (100)$$

次に (ル) 式の G_{N-N} 及 I_{N-N} であるが、 G_{N-N} は中立軸に関する有效等値断面の一次率であるから

$$G_{N-N} = \int_0^\varphi 2r \sin \theta r \sin \theta d\theta r (\cos \theta - \cos \varphi) - n A_s r \cos \varphi$$

$$= r^3 \left[\frac{\sin \varphi}{3} (2 + \cos^2 \varphi) - \varphi \cos \varphi \right] - n \pi p r^3 \cos \varphi \dots \dots \dots (\text{ツ})$$



第十八圖

I_{N-N} は中立軸に関する有効等値断面の二次率であるから

$$I_{N-N} = \int_0^\varphi 2r \sin \theta r \sin \theta d\theta r^2 (\cos \theta - \cos \varphi)^2 + \frac{n A_s r'^2}{2} + n A_s r^2 \cos^2 \varphi$$

$$= r^4 \left[\varphi \left(\frac{1}{4} + \cos^2 \varphi \right) - \sin \varphi \cos \varphi \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \cos^2 \varphi \right) \right] + n \pi p r^4 \left[\frac{1}{2} \left(\frac{r'}{r} \right)^2 + \cos^2 \varphi \right]$$

..... (ネ)

故に (ル) 式に之等を代入し

$$e_0 = \frac{I_{N-N}}{G_{N-N}} \frac{r^4 \left[\varphi \left(\frac{1}{4} + \cos^2 \varphi \right) - \sin \varphi \cos \varphi \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \cos^2 \varphi \right) \right] + n \pi p r^4 \left[\frac{1}{2} \left(\frac{r'}{r} \right)^2 + \cos^2 \varphi \right]}{r^3 \left[\frac{\sin \varphi}{3} (2 + \cos^2 \varphi) - \varphi \cos \varphi \right] - n \pi p r^3 \cos \varphi}$$

然るに断面中心線より軸力 N 迄の距離 e は $e = e_0 + r \cos \varphi$ であるから、之に上の e_0 を代入して整理すれば

$$\frac{e}{r} = \frac{\frac{\varphi}{4} - \sin \varphi \cos \varphi \left(\frac{5}{12} - \frac{1}{6} \cos^2 \varphi \right) + \frac{1}{2} n \pi p \left(\frac{r'}{r} \right)^2}{\frac{\sin \varphi}{3} (2 + \cos^2 \varphi) - \varphi \cos \varphi - n \pi p \cos \varphi} \dots \dots \dots (101)$$

本式より φ を計算し従つて中立軸の位置 $(1 - \cos \varphi)r$ を知る事が出来る。

應力 σ_c は (オ) 式に前述の G_{N-N} 及 $y = (1 - \cos \varphi)r$ を代入して

$$\sigma_c = \frac{N}{G_{N-N}} (1 - \cos \varphi)r$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{N}{r^3 \left[\frac{\sin\varphi}{3} (2 + \cos^2\varphi) - \varphi \cos\varphi \right] - n\pi p r^3 \cos\varphi} r(1 - \cos\varphi) \\
 &= \frac{N}{r^2 \frac{\sin\varphi}{3} (2 + \cos^2\varphi) - \varphi \cos\varphi - n\pi p \cos\varphi} \dots \dots \dots (102)
 \end{aligned}$$

σ_c が解かれれば応力分布圖より抗張鐵筋の最大應力は

$$\frac{\sigma_c}{\frac{\sigma_s}{n}} = \frac{(1 - \cos\varphi)r}{r \cos\varphi + r'}$$

即ち

$$\sigma_s = n\sigma_c \frac{\frac{r'}{r} + \cos\varphi}{1 - \cos\varphi} \dots \dots \dots (103)$$

にて知ることが出来る。

上記の (101) 及 (102) 式の計算は甚だ面倒の様であるが、幸にしてノモグラムを使用すれば容易に結果を求める事が出来る。

以上で参考篇計算式の解説を終つたが説明中しばしばノモグラムの事を述べたが、實はノモグラムを鐵筋コンクリート断面の計算に利用するのは最近の試みで最近に於て最もその便利な計算方法である事が明かにされた處のものである。之は外國にも作られたものがあるが我國に於て最近出版される柴田直光氏著『ノモグラムに依る鐵筋コンクリートの計算』は最も徹底的に之等を苦心作成した好例であるから、之が使用を薦めたいと思ふ。

第 三 表

Diameter in mm	Area cm ²	Weight per m in kg	Sectional Area in cm ²																		
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6	0283	022	057	085	113	141	170	198	226	254	283	311	339	368	396	424	452	481	509	537	565
8	0503	039	101	151	201	251	302	352	402	452	503	553	603	653	704	754	804	855	905	955	1005
▲ 9	0636	049	127	191	254	318	382	445	509	573	636	700	763	827	891	954	1018	1081	1145	1209	1272
10	0785	061	157	236	314	393	471	550	628	707	785	864	942	1021	1100	1178	1257	1335	1414	1492	1571
12	1.131	088	226	339	452	565	679	792	905	1018	1130	1244	1357	1470	1583	1696	1810	1923	2036	2149	2262
14	1.540	120	308	462	616	770	924	1078	1232	1386	1540	1694	1848	2002	2156	2310	2464	2618	2772	2926	3080
16	2.011	157	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1810	2011	2212	2413	2614	2815	3016	3217	3418	3619	3820	4021
18	2.545	199	509	763	1018	1272	1527	1781	2036	2290	2545	2799	3054	3308	3563	3817	4072	4326	4580	4835	5089
▲ 19	2.835	222	567	851	1134	1418	1701	1985	2268	2552	2835	3119	3402	3686	3969	4253	4536	4820	5104	5387	5671
20	3.142	246	628	942	1257	1571	1885	2199	2513	2827	3142	3456	3770	4084	4398	4712	5027	5341	5655	5969	6283
22	3.801	298	760	1140	1521	1901	2281	2661	3041	3421	3801	4181	4561	4942	5322	5702	6082	6462	6842	7223	7603
24	4.524	355	905	1357	1810	2262	2714	3167	3619	4072	4524	4976	5429	5881	6333	6786	7238	7691	8143	8595	9048
▲ 25	4.909	385	982	1473	1963	2454	2945	3436	3927	4418	4909	5400	5890	6381	6872	7363	7854	8345	8836	9327	9817
26	5.309	416	1062	1593	2124	2655	3186	3717	4247	4778	5309	5840	6371	6902	7433	7964	8495	9026	9557	10088	10619
28	6.158	483	1232	1847	2463	3079	3695	4310	4926	5542	6158	6773	7389	8005	8621	9236	9852	10468	11084	11699	12315
30	7.069	554	1414	2121	2827	3534	4241	4948	5655	6362	7069	7775	8482	9189	9896	10603	11310	12017	12723	13430	14137
32	8.042	631	1608	2413	3217	4021	4825	5630	6434	7238	8042	8847	9651	10455	11259	12064	12868	13672	14476	15281	16085
▲ 34	9.079	712	1816	2724	3632	4540	5448	6355	7263	8171	9079	9987	10895	11803	12711	13619	14527	15435	16343	17250	18158
▲ 36	10.179	798	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	10179	11197	12215	13232	14250	15268	16286	17304	18322	19340	20358
▲ 38	11.341	890	2268	3402	4536	5671	6805	7939	9073	10207	11341	12475	13609	14743	15877	17011	18146	19280	20414	21548	22682
▲ 40	12.566	986	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	12566	13823	15080	16336	17593	18850	20106	21363	22619	23876	25133

▲ は示方書第二十條の標準以外のものである。

第 四 表

Diameter in mm	Circum- ference in cm	Weight per m in kg	Circumference in cm																		
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6	1885	072	378	565	754	942	1131	1319	1508	1696	1885	2073	2262	2450	2639	2827	3016	3204	3393	3581	3770
8	2513	039	503	754	1005	1257	1508	1759	2011	2262	2513	2765	3016	3267	3519	3770	4021	4273	4524	4775	5027
▲ 9	2827	049	565	849	1131	1414	1696	1979	2262	2545	2827	3110	3393	3676	3959	4241	4524	4807	5089	5372	5655
10	3142	061	628	943	1257	1571	1885	2199	2514	2828	3142	3456	3770	4085	4399	4713	5027	5341	5656	5970	6284
12	3770	088	754	1131	1508	1885	2262	2639	3016	3393	3770	4147	4524	4901	5278	5655	6032	6409	6786	7163	7540
14	4398	120	880	1319	1759	2199	2639	3079	3519	3959	4398	4838	5278	5718	6158	6597	7037	7477	7917	8357	8796
16	5027	157	1005	1508	2011	2513	3016	3519	4021	4524	5027	5529	6032	6535	7037	7540	8042	8545	9048	9550	10053
19	5655	199	1131	1696	2262	2827	3393	3959	4524	5089	5655	6220	6786	7352	7917	8482	9048	9613	10179	10744	11310
▲ 19	5969	222	1194	1791	2388	2985	3581	4178	4775	5372	5969	6566	7163	7760	8357	8954	9550	10147	10744	11341	11938
20	6283	246	1257	1885	2513	3142	3770	4398	5027	5655	6283	6912	7540	8168	8796	9425	10053	10681	11310	11938	12566
22	6912	298	1382	2073	2765	3456	4147	4838	5529	6220	6912	7603	8294	8985	9676	10367	11058	11750	12441	13132	13823
24	7540	355	1508	2262	3016	3770	4524	5278	6032	6786	7540	8294	9048	9802	10556	11310	12064	12818	13572	14326	15080
▲ 25	7854	385	1571	2388	3142	3927	4712	5498	6283	7069	7854	8639	9425	10210	10996	11781	12566	13352	14137	14922	15708
26	8168	416	1634	2450	3267	4084	4901	5718	6535	7351	8168	8985	9802	10619	11435	12252	13069	13886	14703	15519	16336
28	8796	483	1759	2637	3519	4398	5278	6158	7037	7917	8796	9676	10556	11435	12315	13195	14074	14954	15834	16713	17593
30	9425	554	1885	2827	3770	4712	5655	6597	7540	8482	9425	10367	11310	12252	13195	14137	15080	16022	16965	17907	18850
32	10053	631	2011	3016	4021	5027	6032	7037	8042	9048	10053	11058	12064	13069	14074	15080	16085	17090	18095	19101	20106
▲ 34	10681	712	2136	3204	4273	5341	6409	7477	8545	9613	10681	11750	12818	13886	14954	16022	17090	18158	19227	20295	21363
▲ 36	11310	798	2262	3393	4524	5655	6786	7917	9048	10179	11310	12441	13572	14703	15834	16965	18096	19227	20358	21489	22619
▲ 38	11938	890	2388	3581	4775	5969	7163	8357	9550	10744	11938	13132	14326	15519	16713	17907	19101	20295	21489	22682	23876
▲ 40	12566	986	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	12566	13823	15080	16336	17593	18850	20106	21363	22619	23876	25133

▲ は示方書第二十條の標準以外のものである。