

第 1 章 總 則

第 1 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。

解 說

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て居る鉄筋コンクリート部材、例へば、柱、版、梁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殊の場合に對しては、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の設計施工を考慮すべきである。

尙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、無筋コンクリート、粗石コンクリート、巨石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 2 章 定 義

第 2 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 5 年 8 月商工省告示第 41 號第 1 條に依り製造したるものを云ふ。

高炉セメント——昭和 5 年 8 月商工省告示第 42 號第 1 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炉セメントを云ふ。

骨材——砂、砂利、碎石其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——『骨材篩分け試験に關する標準方法』(附録第 1 章)に規定する 5mm 板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1章）に規定する5mm板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爲、其の上面に生じたる微細なる物質より成る表皮を云ふ。

施工軟度——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体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鉄筋と稱す。

正鉄筋——版又は梁に於て正曲げモーメントより生ずる引張応力を受くる様配置されたる鉄筋を云ふ。

負鉄筋——版又は梁に於て負曲げモーメントより生ずる引張応力を受くる様配置されたる鉄筋を云ふ。

主鉄筋——設計荷重に依り直接応力を受くる鉄筋を云ふ。

配力鉄筋——主鉄筋の位置を確保し、且つ外力及内力を平等に傳播する爲、主鉄筋と普通直角の方向に配置せる補助の鉄筋を云ふ。

軸方向鉄筋——圧縮材の軸の方向に配置せる主鉄筋を云ふ。

斜引張鉄筋——斜引張応力を受くる主鉄筋を云ふ。

腹鉄筋——版又は梁の斜引張鉄筋を云ふ。

肋鉄筋——主鉄筋に對し直角又は直角に近き角度をなす腹鉄筋を云ふ。

折曲鉄筋——主鉄筋を曲上げ又は曲下げたる鉄筋を云ふ。

帯鉄筋——軸方向鉄筋を所定の間隔毎に緊結する横方向の補助の鉄筋を云ふ。

螺旋鉄筋——軸方向鉄筋を螺旋狀又は環狀に緊結する主鉄筋を云ふ。

組立用鉄筋——コンクリートの填充に際し、鉄筋の位置を確保する目的を以て挿入する補助の鉄筋を云ふ。

用心鉄筋——コンクリートの硬化、温度の変化等に依る膨脹、收縮及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鉄筋を云ふ。

短柱及長柱——支柱又は圧縮材にして其の細長比が 45 以下のものを短柱, 以上のものを長柱と稱す(第 94 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梁に於ては、下側に引張応力、上側に圧縮応力を生ずる曲げモーメントを正曲げモーメント、下側に圧縮応力、上側に引張応力を生ずる曲げモーメントを負曲げモーメントと云ふ事が一般に認められて居るから、版及梁に於て、之等の正負曲げモーメントに依つて生ずる引張応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。版又は梁として働く部材が水平位置に置かれない場合には、正負曲げモーメントの區別は、一般に認められたものがないから、此の名稱は一般的に適用されないのである。若し正負の曲げモーメントについて定義が與へられた場合には、此の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、設計荷重による応力の計算から断面が算定される鉄筋を云ふのであつて、引張応力又は圧縮応力を受けるものである。軸方向鉄筋、肋鉄筋、折曲鉄筋、螺旋鉄筋等は凡て主鉄筋であつて、配力鉄筋、帯鉄筋、組立用鉄筋、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。

斜引張鉄筋及腹鉄筋に就て

斜引張応力は曲げ引張応力と剪断応力との合応力である。之を受ける爲に配置された鉄筋が斜引張鉄筋であつて、斜引張応力から其の断面及配置が定められる主鉄筋である。版又は梁に於ては、斜引張鉄筋を腹鉄筋と云ふ習慣があるから、其の名稱を存して置いたのである。

梁に於て、斜引張応力を受ける腹鉄筋として、普通に用ゐられるものは、肋鉄筋と折曲鉄筋とである。肋鉄筋は其の普通の形から鉤鉄なども稱せられ、普通は鉛直に近い位置に配置される。折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、肋鉄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、温度の変化等による膨脹收縮等によつて構造物に生ずる応力を計算し、之に對して必要な鉄筋を配置する時には、此の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応力を計算し、之に応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、経験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1種である。

又第78條(5)に示してある用心鉄筋の様に、計算上其の断面積を求むることは出来ないが、安全の爲に必要であるとして挿入されるものもある。

第78條(4)に依れば、梁に於ては計算上必要でない時にも、肋鉄筋を使用することが規定してある。斯かる場合の肋鉄筋や、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94條に解説してある。

第3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	折曲鉄筋と引張主鉄筋との間の角
A	柱等に於けるコンクリート有效断面積(軸方向鉄筋断面積を減ぜず)
A'	支圧応力の作用する面積(支承面積)
A_a	螺旋鉄筋の容積を軸方向鉄筋に換算したる場合其の軸方向鉄筋の断面積にして換算断面積と稱す
A_t	鉄筋コンクリート柱の等値断面積
A_0	柱の全断面積
A_s	鉄筋の断面積
A_s'	曲げモーメント又は曲げモーメントと軸方向力を受ける断面に於ける圧縮鉄筋の断面積
A_b	梁の軸方向に測りたる距離 v の間に於ける折曲鉄筋の全断面積
A_v	梁の軸方向に測りたる距離 v の間に於ける肋鉄筋の全断面積
b	矩形断面の幅、又は丁形断面突縁の幅
b_0	丁形断面腹部の幅

C	コンクリートに於ける全圧縮応力
C'	圧縮鉄筋の全圧縮応力
d	版及梁に於て圧縮側表面より引張鉄筋断面の重心までの距離（版及梁の有効高さ）
d'	版及梁に於て圧縮側表面より圧縮鉄筋断面の重心までの距離
d	鉄筋の直径
D	螺旋鉄筋柱のコンクリート有効断面の直径（螺旋鉄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	螺旋鉄筋1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	矩形断面又は丁形断面の全部の高さ
i	断面の最小回転半径
I	断面二次モーメント
j	抵抗偶力の臂長さの有效高さ d に對する比
$jd=c$	抵抗偶力の臂長さ
k	圧縮側表面より中立軸までの高さの有效高さ d に對する比
$kd=x$	圧縮側表面より中立軸までの高さ
l	梁又は版のスパン
M	曲げモーメント
n	鋼の弾性係数のコンクリートの弾性係数に對する比
p	鉄筋断面積のコンクリート断面積に對する比
P	短柱の許容中心軸方向荷重
N	軸方向力
P'	長柱の許容中心軸方向荷重
s	肋鉄筋の間隔又は折曲鉄筋の間隔
σ_c	コンクリートに於ける圧縮応力
σ_{ca}	コンクリートに於ける許容圧縮応力
σ_s	鉄筋の応力
σ_{st}	鉄筋の許容応力
σ_{28}	材齢28日のコンクリート標準供試体の圧縮強度
S	剪断力

t	版の厚さ、丁形梁突縁の厚さ
t	螺旋鉄筋の間隔
τ	コンクリートの剪断応力
τ_a	コンクリートの許容剪断応力
τ_o	鉄筋とコンクリートとの附着応力
τ_{oa}	鉄筋とコンクリートとの許容附着応力
T	引張主鉄筋の全引張応力
U	鉄筋の周長の總和
w	版又は梁の單位面積又は單位長さ當りの全等分布荷重
w_a	單位面積當りの等分布靜荷重
w_l	單位面積當りの等分布動荷重
$x=kd$	版及梁に於て圧縮側表面より中立軸までの高さ
y	中立軸より応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、大体、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3種に分けることが出来る。而して之等3種のもの、各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3種の内どれを選ぶかについて、會員一般の意見を求めて見た。其の結果組合せ式を選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選定したのである。

第 3 章 コンクリートの品質

第 4 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圧縮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、其の圧縮強度のみではなく引張強度、剪断強度、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圧縮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、大体に於て、其の圧縮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、其の圧縮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圧縮強度の増加は、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 日以後に於て圧縮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、大体材齢 28 日位の圧縮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、圧縮強度を試験する上からも不便である。それで、材齢 28 日に於ける圧縮強度を以て、標準の圧縮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、第 73 條に、コンクリートの許容応力は、主として、材齢 28 日の圧縮強度から定めることになつてゐた。

第 5 條 圧縮強度試験

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圧縮強度試験を行ふべし。

第 4 條及第 5 條に於けるコンクリートの圧縮強度試験は『コンクリート圧縮強度試験に関する標準方法』(附録第 6 章)に依るべし。

解 説

試験方法を統一して置かないと、圧縮強度が正しく比較し得られないから、附録第 6 章に標準試験方法を規定したのである。

第 4 章 材 料

第 6 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 1 節 セ メ ン ト

第 7 條 ポルトランドセメント及高炉セメント

ポルトランドセメント及高炉セメントは昭和5年8月商工省告示第41號『日本ポルトランドセメント規格』及同第42號『高炉セメント規格』に合格せるものたるべし。

鮮 説

本條は本示方書を工事に適用する場合、使用すべきポルトランドセメント及高炉セメントの規格を示したものである。従つて、特殊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、本示方書は其の儘直ちに適用してはならない。

第 2 節 細 骨 材

第 8 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。

鮮 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 9 條 粒 度

細骨材は表-1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。

表-1.

	重量百分率
5 mm 板篩を通過する量	100
0.3 mm 網篩を通過する量	30 以下 10 以上
0.15 mm 網篩を通過する量	6 以下
洗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1章)に依るべし。洗試験方法は『骨材洗試験に關する標準方法』(附録第2章)に依るべし。

鮮 説

細骨材の單價が同一であるとすれば、細粗粒が適當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、不透水性其の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、成可く細粗粒が適當に混合して居る細骨材を選ぶが當然である。

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るべきか否かは、主として經濟上から判断すべき事柄である。

表-1 は細粗粒が適當に混合して居る程度の標準を示したもので、實際及實驗上此の表程度のものを使用すれば、普通の場合、經濟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 10 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關する標準方法』(附録第 3 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壓縮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 說

附録第 3 章に示してある天然砂の有機不純物試験に關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体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極く大体に示す丈のもので、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ない。だから、假令此の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体の壓縮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 11 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 說

細骨材は、要するに、壓縮強度其他鉄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、最も経済的に造り得るものであればよいのである。

前数條は、所要コンクリートを経済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、之等の缺點を経済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、経済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。

又經濟の見地を離れても、已む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の他の材料の配合、施工法等に注意を拂ふべきであるから、其の注意を喚起する爲にも本條は必要である。

第 3 節 粗 骨 材

第 12 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有すべからず。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 說

粗骨材が清淨、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 8 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爲に、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、第 24 條 表-3 の材齡 28 日に於けるコンクリートの圧縮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。

鉄筋コンクリートを耐火的ならしめる事に就ては第 58 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 58 條の石灰石など其の好例である。

第 13 條 粒 度

(1) 粗骨材は表-2 の範囲内に於て、細粗粒適度に混合せるものを標準とすべし。

表-2.

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
5 mm 板篩を通過する量	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、又は鉄筋の最小空間隔の 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 2 章)に依るべし。

洗試験方法は『骨材洗試験に関する標準方法』(附録第 2 章)に依るべし。

解 説

(1) に就て

表-2 は、細骨材に對する表-1 と同様、粗骨材に對し適當と認むる一般的な細粗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

圧縮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、假令鉄筋相互の間隔及鉄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いにも不便が多い。それで、粗骨材の最大寸法を 7.5 cm 以下としたのである。普通の鉄筋コンクリート用としては 4.0~2.5 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、使用するべき粗骨材の最大寸法を制限する必要がある。経験によれば、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、鉄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、最大寸法を鉄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鉄筋最小間隔の $3/4$ としたのである。

第 78 條 (2) に、梁に於ける並行な引張主鉄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来る。

第 14 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 11 條の細骨材に関する場合の解説と同様な理由によるのである。

第 4 節 水

第 15 條 總 則

水は油、酸、アルカリ、有機物、其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其の使用の可否を決定すべし。

解 説

試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、有機物其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応試験すべきであらう。

第 16 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

海水を使用した爲に、鉄筋コンクリートが破壊すると云ふ實驗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 5 節 セメント及骨材の貯藏

第 17 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) 幾分にてて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

セメントの貯藏上最も注意を要するのは、濕氣を防ぐことである。特に地面からの濕氣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藏することは、新らしく入庫したセメントばかりを使用することなく、在庫の數量並に貯藏によるセメント性質の変化を知る等の爲に、極めて大切である。

(2) に就て

貯藏中に幾分でも凝結を起したセメントは其のセメントが濕氣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を使用して差支へないのは勿論である。

第 18 條 骨材の貯藏

- (1) 細粗骨材は各別に貯藏し且つ塵埃、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) 凍結せるか又は氷雪の混入せる骨材、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、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の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の儘使用すると、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、其の温度を下げる必要があるのである。

第 6 節 鉄 筋

第 19 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，建築其の他）用圧延鋼材の規格中、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、引張強度 $3\,900\sim 5\,200\text{ kg/cm}^2$ 、標準引張供試体第 2 號（標點距離 L は径又は對邊距離 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、供試体第 3 號（径又は對邊距離 25 mm を超ゆる供試体、標準距離 L は径又は對邊距離 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 74 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鉄筋の許容引張応力は最大 $1\,200\text{ kg/cm}^2$ となつて居るから、規格に合格する鋼であれば、其の實際の引張強度の大小と無關係に、許容引張応力は凡て等しく $1\,200\text{ kg/cm}^2$ まで採ることが出来る。それで、引張強度の大なる鉄筋を使用することは只安全度を増加する事で、計算上鉄筋を減ずることにはならない。又引張強度の大なる鉄筋は材質が堅くなるか

ら、その小なるものに比して取扱い及加工が幾分困難である。

規格に合格する範囲内に於て、如何なる引張強度を有する鉄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 20 條 標準寸法

鉄筋用棒鋼の寸法及断面積は 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。

直径(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、径 6~200 mm の丸鋼、邊が 6~150 mm の角鋼及對邊距離が 15~40 mm の八角鋼の断面積及長さ 1m 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、断面積、重量、断面の重心、断面二次モーメント、回転半径 (断面の最大、最小回転半径)、断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 種の標準大きさを規定したのは、之等の丸鋼が鉄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。標準の直径が 2mm おきになつて居るのは、計算に於て (断面の寸法、コンクリート被りの寸法等に於て) 1mm 以下の小數が出ぬ爲の考慮からである。

第 5 章 配合及水量

第 21 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施工軟度を有し、粘性に富み鉄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、鉄筋コンクリートは、コンクリートの圧縮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。

施工軟度とは、第 2 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施工軟度を有する事は、鉄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爲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、強度及施工軟度等は充分であつても、材料の分離を起して不齊等になり、又鉄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、施工軟度がよい事とは、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、工事に応じて、此の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。

鉄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、鉄筋コンクリートが風雨、有害なる瓦斯等の影響に對して鉄筋が腐らず耐久的である爲からも、極めて大切である。

之等鉄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を特に本條で注意したのである。

第 22 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 1m³ 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 4 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、材料計量方法其の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 26 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爲には、使用すべきセメント重量を容積に換算する必要がある。之が爲には、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行規則には、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 立方丈 の重量を 94^* として居る。之を換言すると約 1 m^3 當り 1500 kg になる。又 1 m^3 當り 1500 kg とすると、日本のセメント 30 袋が 1 m^3 の容積になるから、種々の計算上にも便利である。

又、大正 15 年のコンクリートに關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 1 m^3 の重量を 1500 kg 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、 1500 kg 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、其の計量方法を一定する必要がある。それで附録第 4 章の『骨材の單位容積重量試験に關する標準方法』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、此の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ことが必要である。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、此の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の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 24 條の解説に述べてある様に、之に依つて大体コンクリートの圧縮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 1 m^3 は 1000 kg 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 23 條 セメントの最小使用量

鉄筋コンクリートに於ては出來上りコンクリート 1 m^3 に就き、少く共 300 kg 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

對し特に鉄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、其の受くる応力が許容応力より特に低く、鉄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 21 條に規定してある鉄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 1m^3 につき相當のセメント量を使用しなければならない。強度は重も角として、完全な鉄筋の防錆と附着強度とが得られるためには、セメント糊が充分鉄筋を包ん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爲にも、相當なセメント量を使用する事が是非必要である。

1m^3 に 300kg のセメントを用ふるコンクリートは、セメント 1m^3 の重量を 1500kg とする時、大約配合 1:2 $\frac{1}{2}$: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 1m^3 のセメント量が 300kg 以下でも、工事の種類に依つては、事實、目的に応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 1500kg とすれば、一般に配合 1:2:4 のコンクリートは、 1m^3 につき 300kg 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 1m^3 當り 300kg 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。

300kg 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、橋梁其の他の構造物で、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)其の他に對して特に鉄筋を防護する必要がある場合には、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、其の受ける応力が許容応力よりも遙かに低く、且つ鉄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 300kg 以下にしても差支へない。

第 24 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壓縮強度に応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表-3 の値を標準とすべし。

表-3.

材齢 28 日に於けるコンクリートの圧縮強度 (kg/cm ²)	175	140	105
使用水量の使用セメント量に対する重量比 (%)	55	60	70

解 説

本示方書に於ては、第 4 條に、構造物の各部を設計するには、材齢 28 日に於けるコンクリートの圧縮強度を基準とする事が規定してあり、又第 73 條には、コンクリートの許容応力が圧縮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圧縮強度を定めなければならない。

コンクリートの圧縮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対する重量比、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圧縮強度との關係を、極めて大体に就て言へば、圧縮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、コンクリートの圧縮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圧縮強度ばかりでなく、所要施工軟度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、斯かる場合に便利のために、表-3 に材齢 28 日に於けるコンクリートの圧縮強度と水セメント重量比との關係を示してある。此の表-3 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。従つて表-3 の圧縮強度は下欄の水セメント比に對して最低の値に近い。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 25 條 施 工 軟 度

(1) 鉄筋コンクリートに使用するコンクリートは、相當の突方に依りて、型枠の隅々及鉄筋の周圍に充分行き互る程度の施工軟度を有するものたるべし。

施工軟度試験は『施工軟度試験に關する標準方法』(附録第 5 章) に依るべし。

(2) 施工軟度の調節は、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 21 條の『作業に適する施工軟度』と云ふ意味を詳しく規定したものである。

施工軟度を試験するための完全な方法は未だ無いが、附録第 5 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

施工軟度の調節をするのに、種々の方法があるが、コンクリートの圧縮強度が大体水セメント重量比に依つて定まるものと假定すれば、コンクリートの圧縮強度に影響なしに、施工軟度を調節するにはセメント糊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施工軟度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変へるのも有効な方法ではあるが、前方法による程簡単には出来ない。

第 26 條 材料の計量

(1) 骨材は各 1 バツチ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 22 條の解説で述べた様に、セメントを容積で正確に計算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、骨材に對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 22 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 22 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、而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応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 6 章 混 合

第 27 條 機 械 練

(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、バッチ混合機を使用すべし。

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

(3) 混合は混合機内に全部材料を入れたる後毎秒 1m の回転外周速度に於て 1 分間以上回転すべし。

(4) 混合機内のコンクリート全部を排出したる後にあらざれば、新たに材料を混合機内に供給すべからず。混合機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

コンチエラス混合機、重力式混合機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、バッチ混合機の使用を原則として居るのである。

(3) に就て

混合機の外周回転速度があまり大きいと、材料が遠心力の爲に、混合胴と共に回転する傾向を生じて、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帯に適當だと認められて居る。此の速度は、普通の混合機で、1 分間

の回転数約 30 に相當する。

普通の混合機を用ひて、完全な混合をなす爲には、凡ての材料を混合機に投入して後 3~5 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 1 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 28 條 手 練

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

(2) 手練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。其の出来上りは前條機械練に準ずべし。

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、手練は機械練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、手練で大量のコンクリートを完全に混合する事は期待出来ない事であるから、本示方書としては、バッチ混合機による機械練を原則とし、唯小工事其の他特別の場合で、責任技術者の承認を得た場合に限り手練を用ひることを許したのである。

手練に水密性の練臺を用ひることは、練臺から漏水しない爲に大切な事柄である。

(2) に就て

手練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)に示された混合状態が得らるゝ迄、繼續しなければならない。

第 29 條 練 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、更に混合したるものを練返しコンクリートと云ふ。

水を加へずして練返しを行へば、反つてコンクリートの圧縮強度は増加するが、鉄筋とコンクリートとの間の附着強度は減ずるから鉄筋コンクリートの場合には、練返

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、しまはなければならない。

第 30 条 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に、施工軟度試験及圧縮強度試験を行ふべし。

施工軟度試験及圧縮強度試験は、夫々附録第 5 章及第 6 章に規定せる標準試験方法に依るものとす。

解 説

第 68 條の解説参照。施工軟度試験は圧縮強度試験の補助として、後者程面倒でなく然も之より程度を推察し、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 7 章 填 充 及 養 生

第 1 節 填 充

第 31 条 準 備

(1) コンクリートの填充を始むるに先立ち、輸送装置の内面に附着せる硬化コンクリート又は雜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、凡ての雜物を除去し、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 27 條(4)に規定した混合機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雜物の混入するのを防ぐ爲の注意である。

(2) に就て

珪板を充分湿潤することは、珪板とコンクリートとの附着を防ぐ爲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。嚴寒の際に珪板を充分に湿潤せしめると、コンクリートが氷結する惧があるから、必要あれば珪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。設計より數廻、鉄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 32 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、低温にして湿潤なる時に於て 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) コンクリートは其の表面が 1 區劃内に於て略水平面となる様填充すべし。但しアーチ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、型枠又は鉄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続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危険がある。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 29 條に規定してある様に、假令之を繰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、溫暖で、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繰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繰返して、等齊なコンクリートを得る様注意すべきである。樋卸して運搬するコンクリートは、殊に、材料の分離を生じ易い。故に樋卸して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い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突固する爲に二度手間となる。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実例があるから、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當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、出来る丈構造物全体を、施工接合なしの単一体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 33 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) 断続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施工軟度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、コンクリート全体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に(第 33 條(2)参照)、樋の吐口に受臺を設けて、1 バッチ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施工軟度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爲である。

第 34 條 突 固

(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突均し、コンクリートをして、鉄筋の周圍、型枠の隅々まで行き互らしむべし。

(2) 薄き壁又は型枠の構造上突均し困難なる箇所にては、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) 硬練コンクリートを使用する場合には 1 層の厚さを 15 cm 以下に填充し、充

分突固を行ふべし。

解 説

本條はコンクリートの突固に関する一般の注意事項を挙げたもので、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突均しが困難な箇所にて、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亘らせ、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、型枠を变形せしめ、或は凍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 35 條 打 継

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継ぐ場合には、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又は配合よきモルタルを塗り付け、之が凝結し始め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、型枠は其の膨脹收縮其他の原因で多少の变形を生ずるものであるから、多くの場合、打継ぐ前に型枠の締直しをする必要がある。又型枠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来たレイタンスを、打継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關係することがあるから、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、セメント糊又は配合の良いモルタルを塗り付け、之が凝結し始める前に、新コンクリートを打つて、両者が充分密着する様に突固を行へば、完全な接合が得られる。

第 36 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) 氷結せる材料は其の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、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、鹽其の他の藥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、凍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。此の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 18 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、其の後は餘り被害がない。それで 72 時間、若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、之を覆ひ其の内部を温める等、適當の方法に依り、コンクリート周圍の気温を絶えず 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(1)で禁じた 50°C 以上のコンクリートを造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。特に規定しては無いが、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、鉄筋コンクリートでは、斯くの如き鹽類を使用することは鉄筋を腐蝕せしめる恐れがあり、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 2 節 養 生**第 37 條 養 生**

- (1) コンクリートは填充後、過早の乾燥、温度、之に加はる荷重及衝撃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藁、布、砂等を以て之を覆ひ、之に撒水して少くとも、7 日間常に濕潤状態を保たしむべし。
堰板乾燥の處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、其の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爲に鉄筋コンクリート部材に生ずる元応力等を出来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衝撃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) は以上の意味を簡單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、之が爲に使用さるべき普通の方法と、濕潤状態に保つべき日

敷とを規定した。

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

養生中適當の温度に保つこと、衝撃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 3 節 接 合

第 38 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 説

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、決して濫りに変ずべきものではない。

第 39 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往意すべし。

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鉄筋材を挿入すべし。

(2) 水平なる接合に於てレイタンスの發生を防ぐ爲、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) 梁又は版が壁又は柱と單一休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收縮又は沈下に備ふる爲、其の施工後 4 時間以上、其の場合には 2 時間以上を經過したる後に非ざれば、梁、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)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 35 條の規定に準ずべきである。

(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、其の填充を終つた時、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 35 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、材料の分離、沈下の爲に可成りの收縮をなすものである。

其の收縮の量は、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、直ちに梁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收縮する爲に、柱又は壁と梁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收縮するから、柱又は壁のコンクリート填充後 2 時間以上経過した後、版又は梁のコンクリートを打てば、柱又は壁と、版又は梁との間に空隙を生ずる惧は先づない。併し、単一体として働く様設計された構造物は、此の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。

かくて充分の收縮を待つて後、充分な施工接合を作る必要があるのである。

第 40 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。

ハン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ふべし。

解 説

柱に於ける施工接合は之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。柱が床組と単一体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。

ハン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、柱体のコンクリートと一所に收縮或は沈下をすることが出來ない。

故にハンチ又は柱頭は、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41條 床に於ける施工接合

床組に於ける施工接合は梁又は版のスパン中央附近に設くべし。但し梁が其のスパン中央に於て大梁と交叉する場合には、梁の接合を大梁の幅の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鉄筋を使用し剪断応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。梁又は版のスパンの中央附近に施工接合を設ける理由は、普通此の部分は剪断応力が小さく、圧縮応力が鉛直な接合面に直角に働き、施工接合を設けても、梁又は版の強度を減ずることが少いからである。併し梁のスパン中央部に小梁が交叉して居る場合には、応力の急変する位置に接合が來るのを避けるために、小梁の幅の2倍位離れた處に接合を設けることにしたのである。尙剪断応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、傾斜せる鉄筋を挿入すべきである。

第42條 伸縮接合

伸縮接合に於ては鉄筋を連続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応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、鉄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の儘にしておくと、其の間に土砂等が入り込んで、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ない。

第43條 滑面接合

滑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 44 條 水 密 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、レイト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へ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 60 條の規定を遵守すべきである。

尙本示方書には水密伸縮接合に就ては、其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 8 章 鉄 筋 工**第 45 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。断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經過したる場合には、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応じ之を清掃すべし。

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剥落する様

な浮錆や、表面に附着した泥、油、ベンキ等、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ない。

如何なる原因にせよ責任技術者が断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場合には、鉄筋が錆びたり、其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 46 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、折曲鉄筋の曲點に於ては 10 倍以上の半径を有する円形の型を用ふべし。

(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径が設計図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径に曲げなければならない。之には、鉄筋を其の最小寸法の 3 倍以上の直径を有する型の周りに曲げれば安全である。又折曲鉄筋の曲點に於て、鉄筋が餘り小さい直径の円弧に曲げてあると曲點に於けるコンクリートが過大な圧縮応力の爲に破壊する恐れがある。此の場合鉄筋を其の直径の 10 倍以上の半径を有する円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、鉄筋の直径が 40mm 内外もある様な場合である。此の場合加熱の温度が高すぎると、其の材質を害する恐れがあるから、それを防ぐ爲に、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

鉄筋の直線部は真直でなければならない。若し製造、運搬、加工等の間に出来た屈曲、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 47 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変ぜざる様充分堅固に組立つる事を要す。之が爲、必要ある場合には適當なる組立用鉄筋を使用すべし。

(2) 鉄筋の交叉點は直径 0.9mm 以上の焼鈍鋼線又は適當のクリツ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、鉄座、吊金物等に依りて正しく保持せしむべし。

解 説

(1) に就て

鉄筋を設計図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。鉄筋の位置が僅か移動しても、鉄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、鉄筋保護としてのコンクリートの被りを減じて、鉄筋コンクリートの耐久性を減ずる結果となる。だから、必要に応じて組立用鉄筋(第 2 條解説参照)を用ひなければならない。組立用鉄筋は、鉄筋の位置を固定する爲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效である。従つて之は當然設計図に示すべきものであるが、計算で求められる主鉄筋でない爲に、往々忘れられることがある。現場施工者として、此の點は充分注意を要する。

(2) に就て

鉄筋相互の位置を固定する爲には、鉄筋の交叉點を鉄線で結び付けるのが普通である。之に用ひる鉄線の直径は最小 0.9mm に規定されて居るが、成可く太いものを用ひるのが良い。鉄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。

鉄筋の交叉點を固定する爲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

鉄筋と堰板との間隔を正しく保たせる爲には、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、円弧形及環形等のモルタル塊(其の厚さは鉄筋と堰板との間隔に等しくする)を鉄筋の支へに用ふるのも一法である。然し大きな梁などに於て

は、梁の引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、此の場合には、鉄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。

鉄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鉄座があるが、日本では未だ餘り用ひて居らぬ様である。

第 48 條 鉄筋の継手

鉄筋の継手は次の方法に據るべし。

(1) 引張鉄筋には成可く継手を避け、之を設く場合には相互にずらし 1 断面に之を集中せしむべからず。又応力大なる部分に於ては継手を設くべからず。

(2) 引張鉄筋の重ね継手は先端を半円形の鈎に曲げ、鉄筋直径の 30 倍以上重ね合せ、直径 0.9 mm 以上の焼鈍鋼線にて數箇所緊結すべし。

(3) 引張鉄筋の熔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 倍以上とし兩端には半円形の鈎を設くべし。

(4) 將來継足しの爲、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

引張鉄筋に於て、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鉄道で運搬した例もある。

継手を作る必要ある場合には、大なる引張応力を受ける箇所、例へば、梁の中央附近を避けるが當然で、又之を 1 断面に集中してはならない。継手を 1 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、1 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。尙太い鉄筋の重ね合せ継手に關しては、餘り實驗記録がなく、未だ其の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

鉄線で緊結するのは、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、あまり多く鉄線で捲きつけるのは、鉄筋の周囲へモルタルが廻り悪くなり、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

本項の熔接は主として電気熔接を目安として居るのである。引張鉄筋の熔接は、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、近來は電気熔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 9 章 型 枠

第 49 條 總 則

(1) 型枠は設計に示されたるコンクリートの位置、形狀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。又其の形狀及位置を正確に保たしむる爲、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、其の継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) に規定せる様に、型枠は、實際上変形を起さない程度に堅牢のものでなければならぬから、型枠の各部を出来るだ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、衝撃を及ぼしたり、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。堰板の継手が水密でない、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）の継手を鉛直又は水平にすることは、型枠を正しい位置、形狀及寸法に作り、且つ堰板の継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 50 條 堰 板

(1) 木材堰板には死節其の他の缺點なきものを使用し、其のコンクリート露出面

に接する表面は平滑に鈎仕上をなすべし。但し粗面に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の他の缺點なきものを使用し、其のコンクリート露出面に接する表面を平滑に鈎仕上することは、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爲に必要である。

(2) に就て

一度使用したる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 51 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 49 條 (1) の規定通り、型枠が實際上変形移動を生じないものである爲には、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、經驗から各人勝手な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、其の強度と変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 52 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表面より 2.5 cm の間に殘存せしむべからず。鉄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、衝擊等を與ふる事な

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

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には、締付材としてボルトを用ひるのが適當である。鉄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鉄線の端が、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、之が錆で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。

(3) に就て

型枠は、第 49 條の解説にも述べた通り、其の取外しに際し構造物に振動、衝撃を及ぼす事なく、其の作業が極めて靜かに、安全且つ容易に行はれ得る様に、組立てなければならぬ。之が爲には、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。尙之等の楔、扛重器等は、型枠を正しく据ゑ、位置の修正をなし、又適當な反りを與へる爲にも必要である。

(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、型枠の相當な撓を覺悟しなければならぬ場合もある。だから、必要に応じて適當の反りを附さなければならない。

第 53 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、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衝撃に依る隅角の破損を防ぐためにも有效である。

第 54 條 塗 油

- (1) 型枠の内側に塗る油は汚色を残さざる鑲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

木製の型板に塗油するのは、型板とコンクリートが附着するのを防ぐ爲に有効なばかりでなく、型板が水を吸収して膨脹する爲に生ずる型枠の歪を防ぐにも効果がある。鉄製の型板には是非塗油しなければならない。型板の塗油に使用される油には、重油、鉱油、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

型枠内に鉄筋を配置してから、型板に塗油すると、其の作業中に鉄筋に油がついて、鉄筋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惧れがある。

第 55 條 一時的開口

柱及壁の型枠底部、其の他必要な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 31 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圧力ある水で掃除し、型板を充分湿すことが必要である。此の汚水を流す爲と、又、型枠及鉄筋配置の検査を容易にする爲に、柱、壁などの型枠の下部又は大きな梁の底板等に、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 32 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1種の一時的開口である。

第 56 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、氣温、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。

大体の標準は表-4に依るものとす。

表-4.

氣 温	側面の型枠	柱類の型枠	床版の底面の型枠	スパン6m未満の梁、アーチ及ラーメン床版の型枠	スパン6m以上の梁及アーチの型枠
最低温度15°C以上の場合	2~3日	4~6日	6~9日	10~15日	14~21日
最低温度3°C以上の場合	3~6日	6~10日	9~14日	14~21日	18~28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1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はる荷重を支持せしめ，該部材が之等荷重の爲に害せらるゝ事を防ぐべし。斯かる支柱は部材が其の重量及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圧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の重量及其の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爲に，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) に就て

型枠は，コンクリートの圧縮強度を増し，固有元応力及構造物全体としての元応力(第69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，其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

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、極く大体の目安を與へる爲に表-4を規定した。

然し何等の理由なくとゞ堰板の經濟、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、夫等に對しては表-4がよい規準とならう。表-4中のラーメン床版と言ふのは梁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。尚ほ第4欄及第5欄の型枠とは堰板でなく假構を指すのである。

(3) に就て

型枠を取外すには、一般に全体を同時に取外さず、比較的荷重を受けない部分を先づ取外し、相當期間にお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爲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得る強度に達する迄は除去してはならない。

第 10 章 鉄筋の保護として必要なるコンクリートの厚さ

第 57 條 普通の場合

(1) 鉄筋の保護として必要なるコンクリート被りは最も外側の鉄筋表面よりの厚さ、版の下側にて 1 cm 以上、梁にありては 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處れある部分を、特に有效なる被覆材料を用ひて保護せざる場合には、コンクリート被りを(1)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處れある部分は、其の寸法を応力計算上必要なるものよりも 1 cm 以上厚くすべし。

詳 説

鉄筋の周圍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爲、(2) 風雨及濕氣の爲に鉄筋の錆びるのを防ぐ爲、(3) 火災に對して鉄筋を保護する爲、等に必要である。充分な附着強度を得る爲に必要なコンクリートの被りを

計算することは困難であるが、風雨、湿気及火災等に對して充分安全な被りをもたせれば、附着強度に對しても充分安全だと一般に認められて居る。鉄筋防錆の爲に、必要なコンクリートの被りは、主として、コンクリートの耐水性の大小、表面仕上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、本條に規定した被りで、充分安全である。

第 58 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、コンクリート被りは版及壁に對して 2.5 cm 以上、梁及柱に對して 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りを上記より更に 2.5 cm 増加せしめ約 2.5 cm の深さに鉄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、特殊の装置を設くるか、又はコンクリート被りを相當厚くすべし。

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爲に、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りを、版及壁に對して 2.5 cm 以上、梁及柱に對して 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、被り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爲、鉄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と云ふ、重い意味の特殊の耐火構造を指すのである。

第 59 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りは第 64 條の規定に依るべし。

解 説

第 64 條解説参照

第 11 章 防 水

第 60 條 總 則

水密を要するコンクリートは、其の材料の選擇、配合、使用水量、施工軟度、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、施工軟度、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 61 條 防水劑の混和

特に責任技術者の承認を得るにあらざれば、防水劑を混入すべからず。

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嚴守するだけで、コンクリートそれ自体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、防水劑を使用しない事を原則とし、若し防水劑を混入する必要があるれば、混和物の種類、混和量其の他に就て、責任技術者の承認を受けることにしたのである。

第 12 章 海水の作用を受くる鉄筋コンクリート

第 62 條 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、充分に鉄筋を保護することが必要である。之が爲に、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 360kg 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の被害の度を大ならしめる。故に此の部分に於ては、特にコンクリートの密度、強度、水密性を大ならしめる爲に、 360kg 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 63 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 1 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鉄筋コンクリートに於ては、特に此の弱點が禁物である。此の部分から被害が始まり、容易に鉄筋を錆びさせる事になるから、本項で此の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 64 條 鉄筋及コンクリートの保護

- (1) コンクリート被りはコンクリート表面より 7.5cm 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。但しコンクリート既製品等特別なるものに於ては此の限度を遡下する事を得。

(2) 激しき磨損又は腐蝕を受くる箇所に於て、最高最低潮位間のコンクリート表面は、適當なる石材、其の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害は、從來の實驗及經驗上、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爲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、本規定の撻り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、或は海水の爲にコンクリートが腐蝕する様な場所は、最高最低潮位の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 13 章 表面仕上

第 65 條 表面仕上

(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突固をなすべし。

(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突均すべし。

(5) モルタル仕上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、セメント糊を薄く塗り直ちにモルタル仕

上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に就て注意すべき事項を列記したものである。

(1) に就て

コンクリート表面に特殊の仕上を行はない場合、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。

之が爲には、堰板の表面が平滑である事、堰板の継合せが水密である事等に注意すべきは勿論であるが、尙、填充及突固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、填充及突固、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、又は缺損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の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に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效である。

(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。さうしないと、レイトンスが出来たり、又、表面に細かい龜裂を生じたりする虞れがある。

(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

モルタル仕上をなす場合には、モルタルが良く附着する爲に、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、充分湿すこと、セメント糊を薄く塗つて、直ちにモルタル仕上を行ふ事等が施工上最も大切である。セメント糊を厚く塗ることは、反つて、モルタル剝脱の原因となる恐れがある。

第 14 章 現場に於けるコンクリート圧縮強度試験及載荷試験

第 66 條 現場に於ける圧縮強度試験

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

圧縮強度試験は『コンクリート圧縮強度試験に關する標準方法』(附録第6章)に依るべし。

解 説

第4條に、構造物の各部は材齢 28 日に於けるコンクリートの圧縮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圧縮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圧縮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、現場で所定の圧縮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圧縮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鋼橋を製作し、架設して居るのと同様で、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閑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 67 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ざれば、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) 構造物の最大撓は、試験荷重を 6 時間以上載荷したる後、残留変形は荷重を除

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残留変形は最大撓の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、特殊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)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、此の試験の爲に却つて構造物に弱點を作る様な事のない様にならなければならない。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、時日がたつと其の変形は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、其の変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。経験に依ると、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変形が得られるから、最大撓を測るには、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。又変形が戻る場合には、前者よりも一層時間がかかるものであるから、残留変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、比較的小なる応力を受けた時でも、残留変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、幾らかの残留変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応力は、許容応力以下である。許容応力の附近では、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、残留変形が最大撓の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 15 章 荷重及温度変化

第 68 條 静荷重及動荷重

(1) 構造物に対する鉛直及水平の荷重及動荷重の衝撃は法令の規定あるものは之に依るべし。

動荷重の衝撃に關し特に法令の規定なき場合にも、第 17 章に規定する許容応力に依りて構造物を設計する場合には、相當の衝撃を加算すべし。

(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。

上記の加速度は静荷重に對してのみ働くものとす。

解 説

(1) に就て

動荷重の衝撃の影響を考慮するのに、動荷重の種類に応じて許容応力を変える様な方法もあるが、本示方書では、動荷重による応力に衝撃の影響をも加算して、全動荷重応力を求め、之と静荷重による応力を加へ合せ、之に對し、第 17 章に與へた許容応力を、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。

動荷重の衝撃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静荷重が大であるから、衝撃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。實際使用すべき衝撃係数の適當なる値は、構造物の種類其他の條件によつて変化するものであるから、鉛直及水平荷重と同様、鉄道省、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、設計者の判断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断による外はない。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体の標準値である。構造物が全動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、地震の加速度は静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。尙地震力を考慮した場合の許容応力は、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 75 條参照)。

第 69 條 温度変化及硬化収縮

(1) 構造物に對し温度変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。但し地方的狀況に応じ上記の標準を相當増減する事を得。

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

(3) コンクリート及鉄筋の膨脹係数は 1°C につき 10/1 000 000 とす。

解 説

(1) に就て

構造物に對して温度変化の影響を考慮する必要がある場合に、如何程の温度変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、極く大体について云へば、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 70cm 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爲に、全体としては $\pm 15^{\circ}\text{C}$ と云ふ様な温度変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収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 1 年間に 1m につき 0.3~0.4mm 位、平均 0.3mm 位の収縮をなすものと考へることが出来る。之が爲に、鉄筋コンクリート部材の鉄筋には圧縮応力、コンクリートには引張応力を生ずる。之が鉄筋コンクリート部材の固有元応力と稱せられるものであつて、此の固有元応力の爲に、部材は変形を生ずる。若し、鉄筋コンクリート部材が(例へば單純梁の様な靜定構造)自由に此の変形をなしうるものであれば、構造物全体として、固有元応力の爲に応力を生ずることがない。然し、若し部材が自由に変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、部材が自由に変形をなし得ざる爲に、構造物自体に応力を生ずるものである。之を固有元応力と區別して、構造物全体としての元応力と稱する。

本項は、構造物全体としての此の元応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元応力は、固有元応力による鉄筋コンクリート部材の変形を、温度の変化に依る変形に換算し、構造物が之丈の温度の変化を受けたものとして其の

構造物全体として生ずる応力を計算するのが一般のやり方である。

固有元応力に依る部材の変形は、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変形の外に、曲げを生ずる。軸方向の変形は、部材が全体として t_0 なる温度変化を受ける時に相当し、曲げ変形は部材の上下側にて Δt なる温度の差を有する等変の温度変化を受ける場合に相当する。

コンクリートの硬化中に生ずる収縮を長さ 1m につき 0.3mm とし、鉄筋量がコンクリート断面の 1~1.5% 位の時について計算してみると、 t_0 は 25°C 位、 Δt は鉄筋の配置によつて 0°~15°C 位に相当する。

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に、斯くの如き温度変化に相當する変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 t_0 を温度低下 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。不静定構造物に於ては、 Δt の影響を小ならしめる爲に、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

コンクリートの温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変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 16 章 計 算

第 70 條 応力の計算

曲げ応力或は曲げ応力と軸方向応力との合応力の計算に於ては、コンクリートの引張応力を無視し、且つ縁歪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

鉄筋コンクリートは性質の異なつて居る鉄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。而して鉄筋とコンクリートが協同して働く有様は、鉄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、鉄筋及コンクリートに生じて居る応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、鉄筋及コンクリートに生ずる眞の応力を求めるのには、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応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応力の眞の値を與へ得ない。

鉄筋コンクリート部材の設計に際し、其の断面を算定する爲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。此の目的に對しては、鉄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応力状態を基とした計算の方法を採用し、適當なる安全率を選んで、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、鉄筋コンクリート部材の設計に際して、充分安全なる断面を算定する爲と、設計の安全程度を檢算する爲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応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。

鉄筋コンクリート梁の試験の結果によると、引張主鉄筋に於ける引張応力が大約 350 kg/cm^2 に達すると、引張側のコンクリートには龜裂を生ずる。鉄筋に於ける引張応力が普通の許容応力に達する時には、此の龜裂は殆んど中立軸近くに達するものである。更に鉄筋の引張応力が大になつて、鉄筋の弾性限度を超過する様になれば、梁は遂に破壊に近い状態となる。普通に設計された梁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引張応力が働かないと云ふ状態は、一般に、梁の破壊に近い状態である。

故に、鉄筋コンクリート梁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、コンクリートの引張応力を無視し、曲げ引張応力は凡て鉄筋で受けると思へるのが適當である。斯くすれば、必要な鉄筋の量を定めるに便利であり、又梁が鉄筋に生ずる引張応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来、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、曲げ応力或は曲げ応力と軸方向応力との合応力の計算に於ては、コンクリートの引張応力を無視することが世界一般に行はれて居るのである。

緣歪は断面の中立軸よりの距離に比例すると云ふ假定は、梁断面に生ずる応力を簡

單に計算する爲に、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 71 條 弾性係數

(1) 断面の決定又は応力算出の場合に於ては、鉄筋及コンクリートの弾性係數は夫々 $E_s=2100000 \text{ kg/cm}^2$, $E_c=140000 \text{ kg/cm}^2$ とす ($n=15$)。

(2) 不靜定力若くは弾性変形の計算に於ては、コンクリートの弾性係數は $E_c=210000 \text{ kg/cm}^2$ とす ($n=10$)。

解 說

(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、兩者は等量の変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爲の種々の注意が必要である。

さて材料の弾性係數は、応力と歪度との比であるから、鉄筋とコンクリートとが等量の変形をなすものと假定すれば、兩者に於ける応力の比は兩者の弾性係數の比に等しい。

鉄筋の弾性係數を 2100000 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數は鋼の弾性係數の如く常數でない。元來、コンクリートの応力歪曲は、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応力に對しても永久歪を生ずるものであるから、鋼の場合と同様にして弾性係數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変形を生じた時に於ける応力の比を知る爲に、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選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、応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ものである。故に理論上正しい計算をする爲には、各種のコンクリート及応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梁に於て、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數を何程にとればよいかを求める爲、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爲の応力の計算に對しては、コンクリートの弾性係数の値を $140\,000\text{ kg/cm}^2$ にとること、即ち鉄筋とコンクリートとの弾性係数の比を 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、 n の値の少しの変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、不備の點は許容応力を選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数は、配合、使用水量、材齢等によつて異なるものであるから、せめて、コンクリートの圧縮強度に応じて弾性係数の値、從つて n の値を変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効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数が定數であるとされれば、之と第 70 條の縁歪は中立軸よりの距離に比例すると云ふ假定とによつて、縁応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応力分布の假定が生れて來る。

(2) に就て

鉄筋コンクリート部材の断面の算定、又は部材が何程の安全度を有するやを知る爲の応力計算に於ては、(1) 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之に適応する様なコンクリートの弾性係数が選ばれたのである。然し不静定力若くは弾性変形の計算に於ては、部材の破壊又は破壊に近い状態を基とせず、部材に許容応力近くの応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) に述べた意味に於けるコンクリートの弾性係数は、普通のコンクリートの許容応力に近い応力に對して、配合及材齢により、 $170\,000\sim 250\,000\text{ kg/cm}^2$ 、平均 $210\,000\text{ kg/cm}^2$ 位である。それで、不静定力若くは弾性変形の計算に於ては、コンクリートの弾性係数を $210\,000\text{ kg/cm}^2$ 、從つて $n=10$ に取ることが最も廣く行はれて居るので、本示方書も之に従つて居るのである。

第 72 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 図-1 に示す如くに分布する等分布荷重と假定することを得。

床版に相當の配力鉄筋(第 77 條参照)を使用したる場合には其の有効幅 e を次の如く假定することを得。

(イ) 床版の主鉄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) 床版の主鉄筋が車輛の進行方向に直角なる場合

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

但し a: 荷重分布面の車輛進行の方向に於ける長さ (cm),

b: 荷重分布面の車輛進行方向と直角の方向に於ける長さ (cm)

l: 床版のスパン (cm),

l₁: 床版の幅,

s: 上置層の厚さ,

t₁: 輪帯接觸長,

t₂: 輪帯幅,

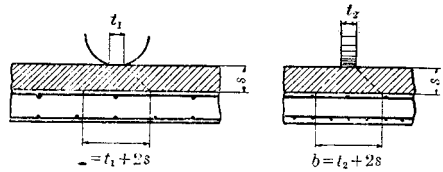


図-1.

t₁ は自動車又は轆圧機の輪荷重に於ては 20 cm と採ることを得。

(2) 軌道上の輪荷重は図-2 に示す如く分布する等分布荷重と假定する事を得。

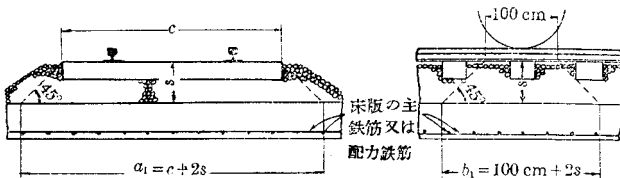


図-2.

詳 説

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

第 17 章 許 容 応 力

第 73 條 コンクリートの許容応力

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

許容軸方向圧縮応力

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

但し σ_{cs} が如何に大なる場合と雖も σ_{ca} は 50 kg/cm² を超過すべからず。

許容曲げ圧縮応力(軸方向応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 65 kg/cm² を超過すべからず。

許容剪断応力

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

許容附着応力

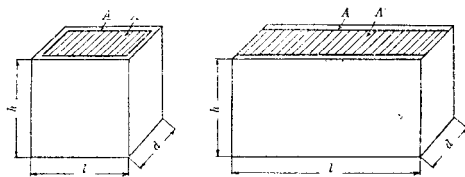
$$\tau_{ca} = 5.5 \text{ kg/cm}^2 \dots \dots \dots (4)$$

(2) コンクリートの支圧応力は、次の許容応力を超過すべからず。

許容支圧応力

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

但し σ_{28} が如何に大なる場合と雖も σ_{ca} は 55 kg/cm² を超過すべからず。



l > d (> d なる場合)

図-3.

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

解 説

(1) に就て

第 68 條に特に明記してある様に、本章に與へられて居る許容応力を用ひるには、動荷重による応力に對しては、衝撃の影響をも加算して、全動荷重応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応力は、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応用したるものであつて、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、此の許容応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応力と、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。

但し支承面に特に螺旋鉄筋等を挿入して支圧強度を高めたる場合には σ_{ca} を 65 kg/cm² 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面積 A が支圧応力を受くる面 A' より大なる場合には、其の許容支圧応力 σ_{ca}' は次式に依る事を得(図-3 参照)。

第4條の解説で理由を述べたが、コンクリートの許容軸方向圧縮応力、曲げ圧縮応力(軸方向応力を伴ふ場合も含む)及支圧応力は、材齢 28 日に於ける圧縮強度 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圧縮強度を試験することが出来ない場合には第 24 條表-3 に示された水セメント重量比と圧縮強度との關係によつて圧縮強度 σ_{28} を評價してもよい。

許容軸方向圧縮応力に就て

軸方向圧縮応力を受ける鉄筋コンクリート支柱は、第 89 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²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²尠くない。之等の事を考へると、支柱に對して版、梁などに於けるよりも安全率を大に取る必要がある。従つて許容軸方向圧縮応力は許容曲げ圧縮応力よりも小に取るべきである。

許容軸方向圧縮応力を圧縮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断されるものである。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 を選んだのである。

從來行はれた試験の結果によると、コンクリートが圧挫を生ずることなしに、無限に繰返して加へ得る圧縮応力、即ち所謂コンクリートの彈性限度は、圧縮強度の 50~60% である。之を 50% と假定すれば、許容軸方向圧縮応力を圧縮強度の 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、餘り大なる許容応力を許すことは危険である。だから、最大を 50kg/cm² としてそれ以下に制限して居るのである。

許容曲げ圧縮応力に就て

梁に於ける試験の結果によると、コンクリートが曲げ圧縮応力に對する強度は、コンクリートが正立方体として有する圧縮強度迄、充分達し得るものである。コンクリートの圧縮強度を試験する爲に用ゐる日本の標準供試体は、直径の 2 倍の高さを有する円筒である。此の円筒供試体を用ふる時のコンクリートの圧縮強度は、立方供試体を用ふる時の同一コンクリートの圧縮強度の約 80% である。故に、梁に於ては、日本の標準供試体で試験されたコンクリートの圧縮強度の約 125% の圧縮強度を發揮し得る譯である。依つてコンクリートの彈性限度に對する安全率を²に採れば、円筒供試体で示される圧縮強度の $50/2 \times 1.25 = 31\%$ まで利用しうる譯である。それで σ_{28} の 1/3 を許容曲げ圧縮応力に選べば充分安全である。

尚、梁に於て、曲げモーメントによつて生ずる応力がコンクリートの圧縮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 71 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線至は中立軸よりの距離に比例すると假定する本示方書の応力計算方法で求めた曲げ圧縮応力は、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 を取つて許容曲げ圧縮応力を定めれば、梁がコンクリートの圧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 195 kg/cm^2 を超過した場合には、 65 kg/cm^2 以上の許容応力を使用し得る譯であるけれども、許容軸方向圧縮応力の場合と同様に、餘り大なる許容応力を許すことは、今日の状態では未だ不安であるから、 σ_{cs} が如何に大なる場合でも 65 kg/cm^2 を超過してはならぬと規定してある。

曲げ圧縮応力が軸方向圧縮応力を伴ふ場合にも、コンクリートに生ずる縁圧縮応力に對する許容圧縮応力は、曲げ圧縮応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。故に軸方向圧縮応力を伴ふ場合にも曲げ圧縮応力に對する許容応力を使用してよい事にしてある。

許容剪断応力に就て

第 87 條の解説に述べてある様に、本條で云ふ剪断応力は、梁に於ける斜引張応力を測る手段として第 87 條の (7) 式により計算されたる剪断応力を意味するもので、押此剪断応力等を意味するものでない。

許容剪断応力も、許容軸方向圧縮応力及許容曲げ圧縮応力の場合の如くに、 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断応力は斜引張応力を測る手段として用られるものであつて、之は、コンクリートの圧縮強度のみならず、コンクリートの引張強度、梁の引張主鉄筋に於ける引張応力、引張鉄筋端の碇着の程度、腹鉄筋の有無等によつて異なるもので、單に σ_{cs} 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、許容剪断応力は圧縮強度の分數とせず、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。

腹鉄筋を有しない梁に於ける斜張力を、第 87 條の (7) 式で計算された剪断応力で測る時に、其の値が大約 $12 \sim 14 \text{ kg/cm}^2$ に達すると梁に傾斜龜裂を生ずるものである。而して斜引張応力による梁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梁に於て、傾斜龜裂を生ずる剪断応力の値

12~14kg/cm² に対して、安全率を 3 にとれば、許容剪断応力として、4kg/cm² と云ふ数字が得られる。獨逸の標準示方書には許容剪断応力を普通のポルトランドセメントを使用する場合に 4kg/cm²、高級セメントを使用する場合に 5.5kg/cm² 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/cm² を以て、許容剪断応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/cm² 位を用ひるのが安全である。但し第 78 條(4)に、梁には必ず肋鉄筋を配置すべき事に規定してあるから、梁に於ては 4kg/cm² を取つても、4.5kg/cm² を取つても、實際上は大差がない事になる。

押貫剪断応力に対しては、許容応力が與へられて居らぬが、普通の場合 8kg/cm² 位が適當な値である。

許容附着応力に就て

従來梁に就て行はれた多くの實驗の結果によると、引張主鉄筋に於ける附着応力は鉤端を曲げて碇着しない時、鉄筋端の滑動初めに於て大約 15kg/cm² 位と考へることが出来る。附着強度の不足の爲に梁が破壊する様な事は面白くない事であるから、許容附着応力は滑動初めに於ける附着応力に対して少くとも 3 の安全率を取つて定むべきである。さうすれば鉄筋の端を鉤形に曲げない時の許容附着応力は大約 5kg/cm² 以下と云ふことになる。

引張鉄筋の端は一般に鉤形に曲げて圧縮部のコンクリートに碇着される。鉄筋の端を碇着した時之が附着応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 76 條(1)に規定してある様に、引張鉄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、許容附着応力を 5.5kg/cm² までを許すことにしたのである。

(2) に就て

支圧応力に対しては、支柱に對する軸方向圧縮応力の場合より、幾分安全率を減じてよい。それで、軸方向圧縮応力に對する安全率 4 の代りに 3.5 を用ひ、50kg/cm² と云ふ制限の代りに 55kg/cm² としたのである。

橋梁の梁を受ける支承面などに於て、金網又は螺旋鉄筋などを十分に挿入すれば、コンクリートの支圧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/cm² 迄、許容支圧応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鉸などに於ける支圧強度は、支圧材自身の強度の外

に、支圧力を受ける面 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74條 鉄筋の許容応力

鉄筋の応力は次の許容応力を超過すべからず。

許容引張応力 $\sigma_{sa} = 1200 \text{ kg/cm}^2$

許容圧縮応力 $\sigma_{sa}' = 1200 \text{ kg/cm}^2$

解 説

許容引張応力に就て

鉄筋コンクリート梁の試験の結果によれば、鉄筋に於ける引張応力が弾性限度に達した後更に荷重を増加すると、梁の変形は急激に増加し、其の引張側に大なる龜裂を生ずるものである。而して、鉄筋の引張応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変るが、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梁の弾性限度を決定するのみならず、又大約梁の破壊強度を決定するものである。故に鉄筋の許容引張応力は鉄筋の弾性限度を基として選定すべきである。

鉄筋の弾性限度を最大強度の 70% と假定し、鉄筋の許容引張応力を弾性限度の 1/2 (即ち普通炭素鋼の場合 1200 kg/cm^2) に取れば、梁の弾性限度に対する安全率は 2、梁の最大強度に対する安全率は 2 以上となる。第 73 條のコンクリートの許容曲げ圧縮応力の解説に述べた如く、コンクリートの圧挫による梁の破壊に対する安全率は 3.5 位になつて居るけれども、鉄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、鉄筋によつて定まる梁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。

鉄筋の許容引張応力を定めるには、鉄筋の変形についても考へる必要がある。鋼は其の引張強度に關係なく殆んど一定の弾性係数を有するから、許容引張応力を大に取れば之に対する変形が大になり、梁の引張側に於て初期の龜裂を生ずる程度が大になる。而して、初期の龜裂は梁の斜引張応力に対する強度に大なる關係を有するものであるから、此の點からして餘り大なる許容引張応力を許すことは安全でない。それで、 1200 kg/cm^2 位が、鋼の引張強度の大小に拘らず、許し得べき最大引張応力と認められる。

依つて、鉄筋に於ける許容引張応力は鋼の弾性強度の 1/2 又は約 1200 kg/cm^2 を

超過してはならぬと云ふ事になる。

第 19 條により、鉄筋として使用し得べき鋼の引張強度は 3700kg/cm^2 以上であるから、弾性限度について安全率を 2 に取れば一般に 1200kg/cm^2 より大である。

以上は曲げモーメントを受ける部材に於ける引張主鉄筋について論じたのであるが、腹鉄筋の設計に於ても、勿論此の許容引張応力を使用しうるのである。腹鉄筋は元來梁の斜引張応力に對し挿入する鉄筋であるが第 87 條(2)に、版及梁に於て剪断応力が其の許容応力 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断応力を腹鉄筋に負擔せしむべしと規定してあるが剪断応力も實は斜引張応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、斜引張応力に對するコンクリートの抵抗力を無視して、腹鉄筋はトラスに於ける腹材の如き働きをなすものと考へて斜引張応力に對し腹鉄筋を設計するのである。故に腹鉄筋の許容引張応力は引張主鉄筋と同一のものを用ひてよいことは明かである。

コンクリートの斜引張応力に對する抵抗を考慮に入れ、腹鉄筋の許容応力を減ずると云ふ様な方法もあるが、簡單と統一を得る爲に、本示方書では此の方法を採用しなかつたのである。

許容圧縮応力に就て

鋼の圧縮強度は引張強度に劣らないから、本示方書の條項に從つて設計施工された鉄筋コンクリート部材に於ては、圧縮応力に對しても引張応力に對すると等しい許容応力 1200kg/cm^2 を許し得る譯である。然し、實際問題としては、第 73 條に於てコンクリートの許容圧縮応力は最高 65kg/cm^2 に規定されて居り、第 71 條(1)に、鉄筋とコンクリートとの弾性係數比 n は 15 に取ることになつて居るから、圧縮鉄筋に於ける最大の圧縮応力は $65 \times 15 = 975\text{kg/cm}^2$ である。

第 75 條 地震力を考慮したる場合の許容応力

地震の影響を考慮したる場合には、前 2 條に規定する許容応力を 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 68 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、計算された応力を前 2 條に示された許容応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、さう屢々あ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応力を使用すべきものとする、鉄筋コンクリート部材の断面が大になり、従つて靜荷重が増加し、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。地震の爲に鉄筋コンクリート部材に生ずる応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、許容応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 18 章 設計細目

第 76 條 設計細目

(1) 一般に引張鉄筋は、其の端に半円形又は鋭角の鈎を付し、コンクリート圧縮部に於て碇着すべし。

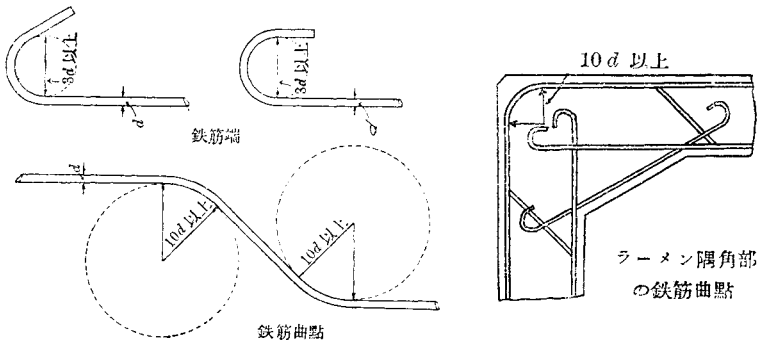


図-4.

(2) 鉄筋の曲げ方は第 45 條に依るべし (図-4 参照)。

(3) 構造物の凹角面に沿へる引張鉄筋には、交錯する直線鉄筋を使用すべし (図-5 参照)。

(4) 鉄筋の継手は第 48 條に依り

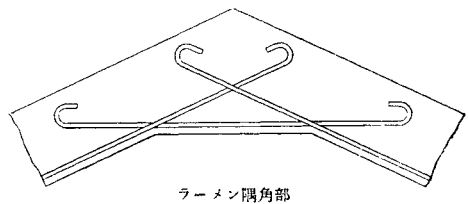


図-5.

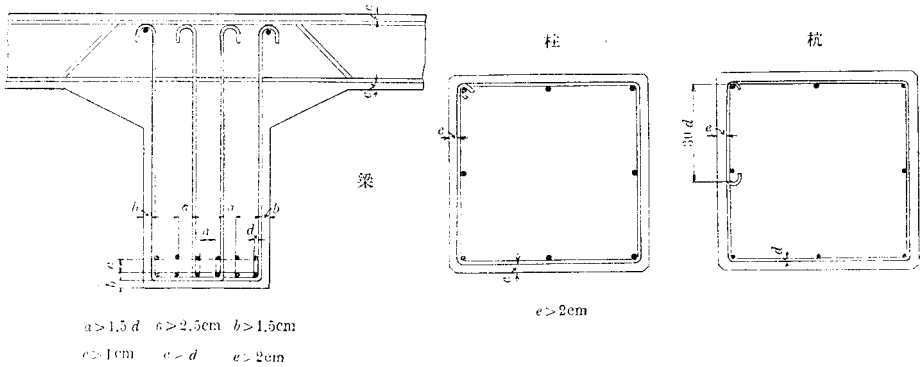


図-6.

設計すべし。

- ・(5) コンクリート被りは第 57 条乃至第 59 条に依り設計すべし (図-6 参照)。

解 説

(1) に就て

引張鉄筋の端を半円形又は鋭角の鈎に曲げ、コンクリートの圧縮部に礎着することは、鉄筋とコンクリートとの附着強度を大ならしめ、従つて引張鉄筋の強度を充分に發揮させる爲に、甚だ大切である。引張鉄筋の端がコンクリートの引張部で終る時には (例へば隣壁等の場合)、其の端を直線の儘にし、附着強度によつて、引張鉄筋に生ずる応力を傳達し得る様にするのが適當である。之は、引張部のコンクリートに引張鉄筋の端を鈎形に曲げて礎着すると、コンクリートに於ける龜裂の發生を助長する惧れがあるからである。

(2) に就て

第 46 条に解説した様に、鉄筋の端を其の最小寸法の 3 倍以上の直径を有する様に曲げることは、鉄筋の加工に際して、之に害を與へないと云ふ方から定められたものである。又鉄筋端の礎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、鉄筋直径の 3 倍以上の内径に曲げれば、普通の場合充分目的を達することが出来るものである。

折曲鉄筋の曲點に於ける屈曲内半径を鉄筋の直径の 10~15 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圧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。此の数値は大体の計算及實驗の結果から判定されたものである。又梁の折曲鉄筋とは異ふがラーメンの隅角部の引張鉄筋は同様の意

味で緩く曲げたがよい。

(3) に就て

構造物の凹角に沿つて、凹形に曲げた引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剥脱する恐れがある。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、曲面で漸次に変化して居り、且つ肋鉄筋に依つて充分引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 19 章 版 及 梁

第 1 節 設 計 細 目

第 77 條 版

(1) 版の有効高さは次の大きさ以上とすべし。

1 方向のみ主鉄筋を有する版に於ては

両端自由支承の場合…………… $\frac{1}{25}l$

連続版又は両端固定の場合…………… $\frac{1}{35}l$

2 方向に主鉄筋を有する版に於ては

4 邊自由支承の場合…………… $\frac{1}{30}l$

2 方向連続版又は 4 邊固定の場合…………… $\frac{1}{40}l$

茲に l は版のスパンとす。

(2) 版の最小厚さは 10 cm 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) 主鉄筋の中心間隔は 20 cm 以下とす。但し版の有効高さの 2 倍を超ゆべからず。

(4) 1 方向のみに主鉄筋を有する版に於ては、主鉄筋に直角の方向に配力鉄筋を配置すべし。配力鉄筋の間隔は 40 cm 以下とし總断面積は之に直角なるコンクリート断面積の 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してスパンとの関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 10 cm 以上と定めてある。然し狭い間隔の梁に乗る屋根版、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 10 cm 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、単一体として働き得る爲には、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 20 cm 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、20 cm 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。一般に此の間隔は有効高さの 1~1.5 倍と云ふ處が適當であらう。

(4) に就て

1 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爲に、普通主鉄筋に直角の方向に、配力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鉄筋の $1/4 \sim 1/3$ に等しい量の配力鉄筋を用ふれば、充分配力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応力に對して、主鉄筋の断面積はコンクリート有効断面積の約 0.8% 位であるから、配力鉄筋の断面積をコンクリート断面積の 0.2% 以上にすれば安全である。配力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、配力鉄筋の總断面積は主鉄筋の断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、鉄筋の直径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 40 cm 迄許されて居る。

第 78 條 矩形梁及丁形梁

(1) 梁の有効高さは次の大きさ以上とすべし。

両端自由支承の場合…………… $\frac{1}{20}l$

連続梁又は両端固定梁の場合…………… $\frac{1}{25}l$

茲に l は梁のスパンとす。

(2) 梁に於て並行なる引張主鉄筋相互間の純間隔は 2.5 cm 以上にして、鉄筋直径の 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径の 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 (図-6 参照)。

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

(4) 肋鉄筋は引張主鉄筋に圍繞せしめ其の端を圧縮部コンクリートに碇着せしむべし。

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

(5) 丁形梁に於て版の主鉄筋が梁に並行なる場合には梁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配力鉄筋を兼用することを得。

解 説

(1) に就て

梁の有効高さがスパンに比して餘り小であると、梁の撓が大になつて實際上不便であるし、斜引張応力による龜裂を生じ易い。又圧縮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。以上の様な實際上の考慮から、梁の有効高さとの關係が規定してある。此の規定によると、スパンの中央に於ける梁の有効高さを梁の全高の 0.9 と假定する時、梁の全高とスパンとの比は、両端自由支承の場合 $1/18$ 、連続梁又は両端固定の場合 $1/22.5$ 以上とすべき事になる。

(2) に就て

引張鉄筋をして充分なる附着強度を發揮させる爲には、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、引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 2.5 cm 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。尚、引張主鉄筋相互の空きが定まれば、第 13 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。

鉄筋を數段に配列すれば、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引張応力に大なる差が生ずるのは面白くない。だから、之を避ける爲に、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、上段のものは凡て折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、引張鉄筋全断面積の $1/2$ 丈は折曲鉄筋として梁の圧縮部に碇着するがよい。

鉛直方向に於ける引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して居るが、尠くとも 1.0~1.5cm 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。

本項に規定された引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充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

梁の自由支承端附近に於ても、少量ではあるが、正の内法スパン曲げモーメントが働いて居るから、之に對する引張鉄筋が充分なる附着強度を有する爲に、必要な丈の數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引張主鉄筋を折曲鉄筋として用ひると、折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 $1/3$ 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。

連続梁の支承上に於ては、曲げモーメントが働かないから、一寸考へると、内法スパンに於ける引張主鉄筋を凡て折曲鉄筋として使用して差支へない様に思はれるが、連続梁に於ては、硬化中に生ずるコンクリートの収縮、温度の降下等の爲に梁全体として、梁の下側に張力の働くものであるから、内法スパンの引張主鉄筋は尠くとも $1/3$ 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

肋鉄筋を引張主鉄筋に圍繞せしめることは、肋鉄筋の働きから考へて、誠に當然のことであるが、片持梁又は連続梁の負曲げモーメントに対する引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。

肋鉄筋の端を充分圧縮部に陡着することは、肋鉄筋の引張強さを發揮せしめる上から極めて大切である。梁には常に肋鉄筋を配置すべしとされてあるのは、殊に丁形梁などに於て、肋鉄筋によつて梁の引張部分と圧縮部分との連結を確實にせんとする主旨によるものである。肋鉄筋が有効な働きをする爲には、尠くとも肋鉄筋の一つが、梁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、肋鉄筋のみを腹鉄筋として斜引張応力を受けさせる梁の部分にあつては、肋鉄筋の中心間隔を梁の有効高さの $1/2$ 以下とする必要がある。但し肋鉄筋が計算上必要でない部分にあつては、梁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。

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

(5) に就て

丁形梁に於て版の主鉄筋が梁に並行なる場合には、丁形梁に直角なる方向に於て、丁形梁の突縁として働く版の部分に生ずる負曲げモーメントを受けしめる爲と、丁形梁の腹部と突縁部との結合を確實ならしむる爲とに、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、相當の用心鉄筋を配置することが必要である。若し版の配力鉄筋が丁形梁の上で曲げ上げてあれば、之を此の用心鉄筋に兼用させてよい譯である。此の用心鉄筋の量は、梁に直角に、尠くとも 1m につき直径 8mm の鉄筋 6 本若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 2 節 外力に依る曲げモーメント及剪断力

第 79 條 版 及 梁 の ス パ ン

(1) 自由支承の版及梁のスペンは支承面の中心間隔とす。但し支承面の奥行長き場合には、内法スペンに版又は梁の中央の厚さを加へたるものとなすことを得。

(2) 連続版及連続梁のスペンは、支承面の中心間隔とす。

解 説

(1) に就て

自由支承の版及梁と云つても、實際多くの場合、版又は梁は相當奥行の支承面上に載つて居るのであるから、梁に生ずる曲げモーメント及剪断力を計算する爲のスペ

ンをどれ丈の長さにと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、スパン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スパンが過大になるから、経験上安全であると云ふ見地から、内法スパンに版又は梁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梁のスパンは、此の規定から直ちに定まるが、設計前で、内法スパンに興へられて居る時には、支承面の奥行の長さも、版又は梁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。此の場合に梁に於ては、内法スパンに其の5%を加へたるものをスパンに取つて計算を進めれば、経験上計算をやり直さないでもよいのが普通である。尙、支承面の奥行の長さは支圧応力其の他の關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梁のスパン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、梁が支持壘（支承を形成せる柱又は壁）と曲げに對して耐へる様に結合されて居るか若くは相當の積載荷重を支持壘上に有する時には、連続梁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、内法スパンに其の5%を増加したものをスパン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梁と考へるより、兩端固定梁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81條解説参照）。

第80條 1 方向にのみ主鉄筋を有する連続版の曲げモーメント

1 方向にのみ主鉄筋を有する連続版の曲げモーメントを求むるには、一般に自由支承上の連続梁に對する算定法に依ることを得。但し鉄筋コンクリート梁に結合せられたる連続版にありては、其の正負最大曲げモーメントを次の如く増減するものとす。

(イ) 梁の中間にある連続版の動荷重に依る負内法スパン曲げモーメントは其の1/2のみを採るものとす。

(ロ) 正の最小内法スパン曲げモーメントは兩端固定梁として計算したるものよりも小なるべからず。

(ハ) スパンが相等しき場合又は相等しからざるも最小スパンが最大スパンの0.5倍以上なる場合には、等分布荷重に對し次の曲げモーメントを用ふることを得。

正の最大内法スパン曲げモーメント

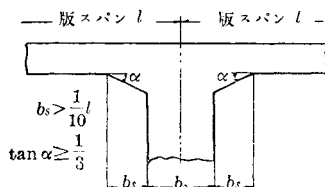


図-7.

隅面の長さ $\frac{1}{10}l$ 以上にして

其の他の場合

其の高さ $\frac{1}{30}l$ 以上なる場合

(図-7 参照)

端の内法スパンに於て $M = \frac{1}{12}wl^2$ $M = \frac{1}{10}wl^2$ 中間の内法スパンに於て $M = \frac{1}{16}wl^2$ $M = \frac{1}{14}wl^2$

負の最大支承曲げモーメント

2 スパンのみ
の場合3 スパン以上
の場合

第 1 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

—

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

負の内法スパン曲げモーメント

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

解 説

鉄筋コンクリート連続版は、梁又は壁などと単一体的に造られることが甚だ多い。此の場合に、曲げモーメントを求むる爲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んで居る爲、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爲に、斯くの如き場合でも、矢張、自由支承上の連続梁に對する普通の計算法によつて曲げモーメント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梁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、事實上可成り速い假定であるから、之は實際に適應せざる爲に、計算された曲げモーメント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)と區別してある。

(イ) に就て

梁の中間にある連続版の動荷重による負内法スパン曲げモーメントの最大値は、考

へて居るスパンに動荷重が加はらず其の両側のスパンに動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、両側のスパンに於ける動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梁と堅固に結合されて居る時には、版の変形が此の梁の回転に対する抵抗によつて妨げられるから、版の両側スパンに於ける動荷重の影響が完全に働かない。故に此の影響を考慮し、負の内法スパン曲げモーメントを求めるには、相隣れるスパンに於ける動荷重の影響は其の全部を取らないで、其の $1/2$ を採ることにしてある。 $1/2$ と云ふ数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

鉄筋コンクリート梁と堅固に結合された連続版は、両端固定の版と考へることも出来る。故に正の内法スパン曲げモーメントは両端固定梁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)は多数のスパン中の一二のスパンが主に負の内法スパン曲げモーメントのみを受ける様な立場にある時の、夫等のスパンの設計に關する注意である。

(ハ) に就て

數スパンに亙る連続版に生ずる曲げモーメントを求むることは、自由支承上の連続梁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值のない場合が多い。例へば、床版等に於て、理論上正の最大内法スパン曲げモーメントを生ずる載荷の條件は、動荷重を一つおきのスパン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、スパンが相等しいか、又はスパンが略々相等しい連続版が等分布荷重を受ける場合には、計算の簡單の爲に、或る定まつた正及負の最大曲げモーメントの値を用ひて、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曲げモーメントの値を示したものである。

連続梁の理論から云ふと、最大曲げモーメントに對する係数は、靜荷重と動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て云ふと、動荷重は靜荷重の $2 \sim 5$ 倍であつて、此の位の範圍に就て計算してみると、動荷重及靜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。それで動荷重及靜荷重の和に對しての係数が興へてある。

版は自由支承上にあるものと假定して曲げモーメント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、規定によつてスパンを支承面の中心間隔に取れば、支承面の端に於ける負曲げモーメントは、計算によつて得られる支承の負最大曲げモーメントよりも甚だ小である。例へば、支承の幅がスパンの $1/12$ である時、支承の

縁端に於ける負曲げモーメントは、支承の中心に於けるものより 25% 小である。

尚、版は之に連接せる版によつて大に強度を増大されるし、又版は梁に比して甚だ構造が簡單であるから、安全度を梁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、大体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。

負の最大内法スパン曲げモーメントに對する式は本條（イ）及（ロ）の規定から直ちに出て來るものである。

本項に示してある曲げモーメントの値は、スパンが相等しいか、又は相等しからざるも、最小スパンが最大スパンの 0.8 倍以上で、等分布荷重を受ける場合に使用するものであつて、スパン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、連続梁の理論によつて曲げモーメントを計算しなければならぬことは勿論である。

第 81 條 2 方向に主鉄筋を有する版の曲げモーメント

2 方向 x 及 y に各主鉄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、等分布荷重に對し次の如くにして其の曲げモーメントを求むることを得。

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スパン

l_y : y の方向に於ける版のスパン

正の最大内法スパン曲げモーメント

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

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

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

負の最大支承曲げモーメント

自由支承の場合	準固定支承の場合	固定支承の場合
$M_x = 0$	$M_x = -\frac{1}{10}w_x l_x^2$	$M_x = -\frac{1}{12}w_x l_x^2$
$M_y = 0$	$M_y = -\frac{1}{10}w_y l_y^2$	$M_y = -\frac{1}{12}w_y l_y^2$

茲に

M_x : x の方向に於ける最大曲げモーメント

M_y : y の方向に於ける最大曲げモーメント

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えられる荷重の殆んど全部は、短邊の方向の主鉄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、版に加えられる荷重は、凡ての方向に曲げモーメントを生ずるものであるから、引張主鉄筋は2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2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、又は多くのスパン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1方向に主鉄筋を有する版としての応力分布により、荷重を支へるものと考へる。従つて引張主鉄筋は縦横2方向の分擔に応じ縦横2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、版の全面に等分布荷重が載る場合に對し、縦横2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。版の一部分に等分布荷重が載る場合、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、場合に応じて夫々適當なる解法によらなければならない。

尙、本條には、1方向に主鉄筋を有する版の場合の様に、各種の支承状態に応じて、各方向の細長帯に起る最大曲げモーメントの値が示してある。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、版が鉄筋コンクリート梁などに結合された場合又は連続版

の場合で、鉄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曲げモーメント M 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。

図-A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、

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

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積載荷重である（第 79 條 (2) 解説参照）。

之によつて生ずる圧縮応力は、

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

であつて、 σ は壁の材料の許容圧縮応力以下でなければならぬ。

又特別の場合には、壁の材料の許容圧縮応力の方から、次の如くにして計算して得られる固定の力のモーメント 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のモーメントより大でなければならぬ。

図-Bに於て、 σ を壁材料の許容圧縮応力とすれば、支承の長さ 1m に對して、

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{2G}{3c \times 100} \\ \therefore c &= \frac{2G}{300\sigma} \\ \therefore M_f &= G(s-2c) \end{aligned}$$

(茲に G は積載荷重、第 79 條 (2) 解説参照)

之が支承に於て抵抗しうる固定の力のモーメントの最大値である。

自由支承（實際に於て斯かる構造は單スパンのみに存在し得る）及固定支承の場合に對する曲げモーメントの値は、單スパンの普通の計算で得られるものである。準

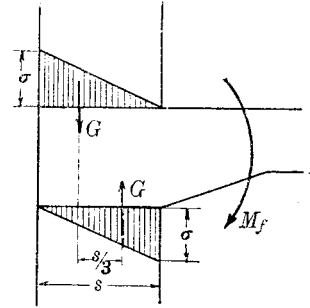


図-A.

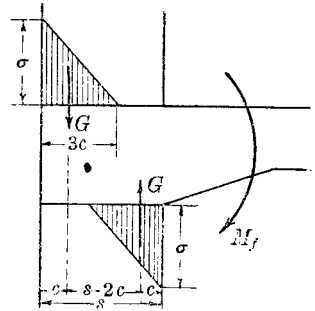


図-B.

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 79 條(2)の解説参照）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、支承の構造に応じて適當に増減すべき性質のものである。

第 82 條 連続梁の曲げモーメント

連続梁の曲げモーメントを求むるには、自由支承上の連続梁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梁、支柱等に結合せられたる連続梁にありては其の正負最大曲げモーメントを次の如く増減するものとす。

(イ) 準固定支承の連続梁の動荷重に依る負内法スパン曲げモーメントは其の2/3のみを採るものとす。

(ロ) 正の最小内法スパン曲げモーメントは兩端固定梁として計算したるものよりも小なるべからず。

(ハ) スパンが相等しき場合又は相等しからざるも最小スパンが最大スパンの0.8倍以上なる場合には、等分布荷重に對し次の曲げモーメントを用ふることを得。

正の最大内法スパン曲げモーメント

$$\text{端の内法スパンに於て} \quad M = \frac{1}{10}wl^2$$

$$\text{中間の内法スパンに於て} \quad M = \frac{1}{14}wl^2$$

負の最大支承曲げモーメント

2 スパンのみの場合 3 スパン以上の場合

$$\text{第 1 内部支承に於て} \quad M = -\frac{1}{8}wl^2 \quad M = -\frac{1}{9}wl^2$$

$$\text{其の他の内部支承に於て} \quad \text{---} \quad M = -\frac{1}{10}wl^2$$

負の最大内法スパン曲げモーメント

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

解 説

連続梁の曲げモーメントを求めるのに、自由支承上の連続梁に對する算定法に依ることを得と規定してあるのは、第 80 條の場合に説明してある様に、計算を簡単にする爲である。

然し、鉄筋コンクリート支持梁、支柱等に結合された連続梁を自由支承上の連続梁と假定することは、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爲に、此

の假定に依つて計算された曲げモーメント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

鉄筋コンクリート梁は之が鉄筋コンクリート支持梁、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。準固定支承の連続梁に於ては、考へて居るスパンの兩側に於ける動荷重の影響は、梁の變形が之を支持する梁又は柱の回転抵抗によつて妨げられるから、自由支承の連続梁の場合の様に完全に働かない。此の影響を考慮して、動荷重による負内法スパン曲げモーメントはその $2/3$ 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 80 條(イ))には $1/2$ を採つてよい事になつて居るが、梁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 80 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

等分布荷重に對して最大曲げモーメントが與へてある理由及此の適用の範圍等は第 80 條(ハ)に就て述べたと同じである。

係數の値は第 80 條(ハ)の場合に準じてある。

負の最大内法スパン曲げモーメントに對する式は(イ)及(ロ)の規定から出て來るものである。

第 83 條 版 及 梁 の 剪 断 力

(1) 連続版を支ふる内方支持梁の受くる版の等分布荷重は、梁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) 梁を支ふる柱等の受くる等分布荷重は、總ての梁を單純梁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梁が受ける荷重は、版を自由支承上の連続梁と假定して計算するにしても支持梁の撓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。等分布荷重を受ける場合には、版の連続性を無視して梁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、梁を支へる柱等を受くる荷重を求めるには、等分布荷重の場合梁の連続性を無視して單純梁として計算してよいことにしてある。之は第 91 條(3)と同じ事を云つて居るのである。

第 3 節 内 力

第 84 條 獨立せる梁

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

解 説

獨立せる梁(版と關係なく造られた梁)に於て、側方支持間の距離が餘り大であると、圧縮部に於けるコンクリートが圧縮の爲に横に挫屈する恐れがある。

矩形梁の場合、挫屈を避ける爲、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、大体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。それで矩形梁の場合には、大凡 15 倍と云ふ數が得られる。

丁形梁の横方向に於ける挫屈に對する抵抗は、矩形梁の場合より餘程大である。普通に用ひられる獨立せる丁形梁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、獨立せる梁の圧縮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 85 條 丁形梁の突縁

(1) 丁形梁の突縁の圧縮有効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(図-8 参照)

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

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、又梁スパンの $1/2$ を超ゆべからず。

片側に版ある場合(図-8 参照)

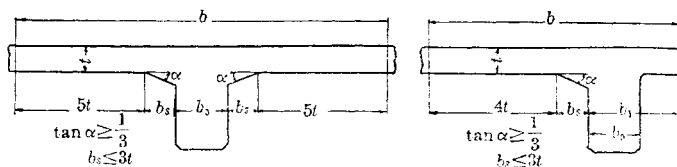


図-8.

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

但し b は版スパンの $1/2$ より大ならず、又梁スパンの $1/4$ を超ゆべからず。

(2) 丁形梁の突縁の厚さは 10 cm 以上たるべし。

(3) 独立せる丁形梁の突縁の厚さは腹部の幅の $1/2$ 以上とし、此の有効幅は腹部の幅の 4 倍を超ゆべからず。

解 説

(I) に就て

(a) 両側に版ある場合

甚だ大なる突縁の幅を有する独立せる丁形梁の試験の結果は、突縁に於ける圧縮応力は、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。従つて連続版が突縁となつて居る丁形梁の場合には、随分大きい幅の版の部分が丁形梁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、丁形梁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来て居ない。

突縁の厚さが小である時に、あまり有効幅を大に取れば、図-C に於て aa' 、 cc' 面

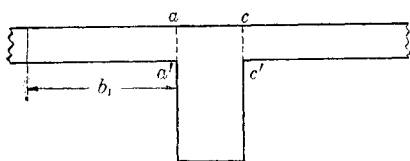


図-C.

に於ける剪断応力が、 $a'e'$ 線に於ける剪断応力よりも大になつて、 aa' 、 cc' 線で破壊を生ずる惧れがある。此の點から云ふと、図-C に於ける b_1 なる幅は版の厚さの $5\sim 6$ 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

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

と云ふ値以下と選ばれたのである。

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丁形梁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 が梁のスパンの $1/3$ より大である様な場合には、但し書きにより梁スパンの $1/2$ 以下を突縁の有効幅にとることになつて居る。之はスパンの小さい梁に於ては、餘り大なる幅に圧縮応力が傳達するとは考へられないからである。

(b) 片側に版ある場合

不對稱の丁形梁は、普通、對稱なる丁形梁の場合と同様にして計算される。之は丁形梁に於ては、突縁として働く版又は丁形梁について居る小梁によつて、丁形梁の横方向の変形が妨げられるから、変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、不對稱の丁形梁が横方向に支持されずに自由に変形をなしうるものであれば、不對稱の梁として計算すべきであつて、本示方書には此の場合を含んで居らないのである。

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

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 77 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

獨立せる丁形梁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 86 條 隅面及ハンチ

連続版及連続梁の支承上に於ける負曲げモーメントに依る応力の計算に於ては、隅面又はハンチを考慮し此の部分に於ける版及梁の有効高さを大に取ることを得。

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

解 説

連続版又は連続梁の支承上に於ては、鉄筋の配置に便である事、經濟的である事、負鉄筋の降下による抵抗モーメントの減少に備へる事等の爲に、隅面（版の周の肉厚部分）又はハンチ（梁の端の肉厚部分）を設けて梁の有効高さを増加するのが普通である。然し、餘り小さい隅面又はハンチを付けても、梁の有効高さを増加するものと考へることは出来ない。

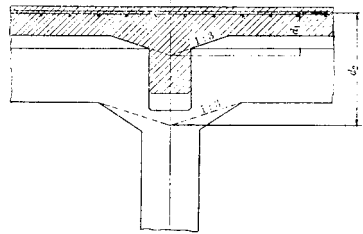


図-9.

本條は安全の爲、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面若くはハンチを有效部分と定めたものである(図-9参照)。

第 87 條 剪 断 応 力

(1) 梁に於ける剪断応力 τ は次式に依りて計算すべし。

$$\tau = \frac{S}{b_0 j d} = \frac{S}{b_{0z}} \dots \dots \dots (7)$$

茲に S は梁断面の剪断力、 b_0 は梁断面腹部の幅、 $z = jd$ は全圧縮応力の作用点より引張鉄筋断面の重心迄の距離とす。

(2) 版及梁に於て剪断応力が 4.5 kg/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断応力を腹鉄筋(肋鉄筋又は折曲鉄筋若くは兩者の併用)に負擔せしむべし。

(3) 版及梁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断応力は 14 kg/cm^2 を超過すべからず。

(4) 折曲鉄筋の配置を設計するに使用する基線は梁高の中央に置くべし。

解 説

(1) に就て

梁に於ける剪断応力 τ を計算するに使用すべき (7) 式に就ては説明を省略する。唯、注意すべきことは、(7) 式で計算する剪断応力 τ は常に、斜引張応力を測る手段として用ひられる事であつて、押貫剪断応力の場合を考へてゐるのではない。押貫剪断力に對するコンクリートの強度は圧縮強度の大約 $1/2$ であつて、之について考慮を要する場合は稀である。

支柱を支へる礎段の様な場合に於ても、押貫剪断応力に對しては、安全率を 4 に取つても、普通のコンクリートについて 1 cm^2 につき十數 kg 以上の許容応力を用ひることが出来るのである。但し、大なる押貫剪断応力を生ずる時には、一般に、(7) 式の τ で測られる斜引張応力が大となるから、適當な斜引張鉄筋を有しない時は、押貫剪断応力で破壊を起す前に、矢張、斜引張応力の爲に破壊を生ずるのが普通である。

コンクリートは引張強さの低い材料であるから、剪断応力と曲げ引張応力との合応力たる斜引張応力の爲に、容易に破壊する。而して、此の斜引張応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、斜引張応力に最も大なる關係があり、又中立軸に於ける斜引張応力を表はすから、斜引張応力の計算を成可く實用的に、簡単にする爲に、一般に (7) 式の τ が斜引張応力を測る手段として用ひられるの

である。

(2) に就て

腹鉄筋の設計をなすには、

- (a) 斜引張応力を測る手段として用ふる剪断応力 τ が何程の値に達した時に腹鉄筋を必要とするか、
- (b) τ がある一定の値を超過した時に、斜引張応力を凡て鉄筋で受けさせるか、又はコンクリートをして斜引張応力の一部を受けしめ、残りを鉄筋で受けさせる様にするか、
- (c) 如何に充分に腹鉄筋を使用しても、之を無視して計算した τ の値が一定の値を超過すると、實驗上斜引張応力による龜裂を生ずるものであるから、之を防ぐ爲には τ が一定の値以下になる様に、コンクリートの断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、實驗の結果を判断することに就て、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の問題の取扱ひ方について、可成りの差がある。本示方書は大体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) に示してある。

腹鉄筋を有せざる梁の試験によると、(7) 式で計算した τ の値が $12\sim 14\text{kg/cm}^2$ に達すると傾斜龜裂が生ずるものである。それで、 τ が許容応力 4.5kg/cm^2 以下であれば、腹鉄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、曲げモーメントに對して引張鉄筋が有する普通の安全率よりも大になつて居るから、梁は斜引張応力に對して充分安全であると云へる。それで版又は梁に於て剪断応力が 4.5kg/cm^2 を超過せざる場合は腹鉄筋に就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、其の部分の全剪断応力を全部腹鉄筋で受けさせるべしと規定したのは、剪断力に對して、尠くとも、曲げモーメント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の部分に於ける全剪断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其の必要があるのである。

斜引張応力を受ける爲にコンクリートと腹鉄筋とが協同して働さうるのは、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変形をなし得る範囲内に於て

のみの事である。

然るに、コンクリートが鋼と共に、伸びうる量は、多くとも1mにつき0.2mm位のもので、此の際に於けるコンクリートの引張応力は約16kg/cm²位に達し、同時に斜腹鉄筋に生じて居る引張応力は、鋼の弾性係数を216000kg/cm²にとれば、432kg/cm²にすぎない。故に、コンクリート及鋼に於て夫々4.5kg/cm²及1200kg/cm²と云ふ様な応力が同時に働くこと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引張応力が4.5kg/cm²である時には之と同時に、鉄筋に生じて居る引張応力は1000~1200kg/cm²よりも非常に小さく、約45kg/cm²位のものである。若し鋼に實際1000~1200kg/cm²の引張応力が働くとすれば、此の周りのコンクリートは既に龜裂(毛狀龜裂)を生じて居る譯である。

尚、鉄筋コンクリート梁に於ては、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応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/cm²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、一層安全の爲に、腹鉄筋があつても、ない時と同様に τ が約14kg/cm²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/cm²を超過して、例へば7kg/cm²に達すると、此の時3倍の荷重を受ければ、 τ は21kg/cm²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限荷重まで、コンクリートに於ける引張応力の助けを借りずに、鋼のみで斜引張応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/cm²以上になる時には、コンクリート腹鉄筋とは協同して働くものと考へずに、全斜引張応力を腹鉄筋で受けさせて、必要な安全度を有せしめる様にするのが安全なのである。

又剪断応力が4.5kg/cm²を超過したる部分に近接せる部分も、相當の範圍に互り、其の全剪断応力を腹鉄筋にて受けさせると云ふ事の目的は、梁のスパン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爲である。

τ が4.5kg/cm²以下である時には、斜引張応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(例へばスパンの中央附近に於て)、 τ が4.5kg/cm²以下である部分なら何處でも、矢張りコンクリートで斜引張応力を受けさせてよいではないか、一旦梁の一部の最大斜引張応力が4.5kg/cm²を超過すると、之を超過しない其の近接の部分迄も、相當の範圍に互つて全剪断応力を鉄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。

最大斜引張応力 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、スパンの中央附近に於て、多少曲げモーメント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、龜裂が生じて居る断面に於ては、水平方向にも剪断応力を期待することは出来ない。然し、肋鉄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トラスの圧縮腹部材の如くに働いて、間接に剪断力に抵抗しうることになる。多くの實驗の結果によると、腹鉄筋がない所に龜裂が生ずると、圧縮コンクリート部分に働いて居る全圧縮応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。斯く全圧縮応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鉄筋を有せざる梁に於ては曲げモーメントによる龜裂が生ずるや否や引張鉄筋とコンクリートの附着力が充分に働かなくなり、鉄筋に働く張力が曲げモーメント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爲に、又梁の各断面に於て引張鉄筋を曲げモーメントを基として決定することが出来る爲に、 4.5kg/cm^2 を超過したる附近に於ても、相當の範圍に互り全剪断応力を受けしめる丈の腹鉄筋を使用すべきであると云ふ事になるのである。肋鉄筋が引張鉄筋の滑動抵抗を高め、梁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、第 78 條(4)により、梁に於ては圧縮部と引張部との結束を完全にする爲に、肋鉄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、梁のスパンの中央附近までの全剪断応力を鉄筋で受けさせる様にしても、左程餘計に鉄筋を使用すると云ふ事にならないのである。

(3) に就て

剪断応力 τ に或る制限を設ける理由は、一方に於ては多量の腹鉄筋を用ひても、之が剪断応力に抵抗する働きについて疑があるから、あまり多量の腹鉄筋を使用することを避ける爲と、他方に於ては、充分に腹鉄筋を使用した梁に於ても、腹鉄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、断面を増大すべき事を規定したのである。丁形梁の腹部の寸法は此の制限から其の最小寸法を支配される場合が多い。

(4) に就て

折曲鉄筋の配置を定めるには、曲げモーメント図を用ふる場合と、剪断応力図を用ふる場合とある。いづれの場合に於ても、折曲鉄筋として利用しうる鉄筋がなるべく等齊な引張応力を受ける様に、曲げモーメント図又は剪断応力図から定められた點を、梁の軸に平行なある基線にプロットし、此の點を通つて折曲鉄筋の傾斜に平行なる線上に折曲鉄筋の位置を決定する。

此の基線の位置を梁の高さの中央に置くべしと云ふのは、折曲鉄筋は梁の腹部に生ずる斜引張応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、此の基線を中立軸に取る人が多かつたのであるが、折曲鉄筋は中立軸のみに於ける斜引張応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さげた梁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選ぶと、折曲鉄筋を梁スパンの中央にあまり近く曲げ上げる事になり、又支點と之に一番近い折曲鉄筋との距離が大になつて、曲げモーメントに對する餘裕を得るにも困難である。此の基線を梁の高さの 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、又折曲鉄筋がトラスの腹部材の如く働くものと考え時、理論上からも正しいことになる。

第 88 條 附着 応 力

(1) 鉄筋の附着応力 τ_0 は次式に依りて計算すべし。

$$\tau_0 = \frac{S}{Ujd} = \frac{S}{Uz} \dots\dots\dots (8)$$

茲に S は梁の剪断力、 U は鉄筋周長の總和とす。

前式に於て折曲鉄筋及肋鉄筋を併用して全剪断力を受けしむる場合には S は全剪断力の 1/2 と採ることを得。

(2) 單純梁の引張鉄筋は支點を越えて充分に碇着せしむべし。

連続版及連続梁に於ける負の支承曲げモーメントに對する負鉄筋は引張応力を受くるコンクリート中に碇着せしむべからず。

(3) 径 20mm 若くは夫以下の鉄筋にして、本條 (2) 並に第 76 條に従ひ充分に碇着せられたるものは、特に附着応力を計算する必要なし。

解 説

(1) に就て

(8) 式に就ては説明を省略する。

折曲鉄筋及肋鉄筋を併用して全剪断応力を受けさせる場合に、曲げ上げずに残つて居る鉄筋の附着応力を計算する時、(8)式に於ける S を全剪断力の $1/2$ に採つて充分安全である事は Bach 教授などの実験の結果から證明されて居る。従つて前條により梁の斜引張応力に對する腹鉄筋を十分に配置しておけば、曲げ上げずして残つた引張主鉄筋の礎着は、非常に樂になるわけである。

(2) に就て

單純梁の引張鉄筋の端を支點を越えて充分に礎着する事は、梁の附着強度に對する安全の上から極めて大切である。折曲鉄筋を使用しない時に、曲げモーメントに餘裕を生じた所で引張鉄筋を切つて、梁の引張側に礎着することは、コンクリートの龜裂を大ならしめる恐れがあるから、之を避けて矢張り支點を越えて礎着すべきである。凡て引張応力の働くコンクリート中に鉄筋を礎着する事を避くべきは當然であるが、特に連続版及連続梁に於ける負の支承曲げモーメントに對する負鉄筋に於ては、此の事が大切であるのに、時々誤る事があるから、特に注意したのである(第 76 條(1) 参照)。

(3) に就て

徑 20mm 若くはそれ以下の鉄筋で、本條(2)並に第 76 條に従つて、充分礎着したものは特に附着応力を計算しないでよいと云ふ理由は、斯くの如く礎着された鉄筋に於ては、殆んど鉄筋の彈性限度の引張応力に對して抵抗しうる附着強度を出しうることで、実験の結果證明されて居るからである。

獨逸の標準示方書では直径 25mm の鉄筋迄特に附着応力を計算しないでよい事になつて居るが、本示方書では之より安全に取つて 20mm 迄とされたのである。

従つて版に可成り太い(20mm 以上の)鉄筋を使用した様な場合には、附着応力について計算をして安全に設計をする必要があるのである。

第 20 章 鉄筋コンクリート柱

第 1 節 設計細目

第 89 條 帶鉄筋柱

- (1) 主要なる帶鉄筋柱の最小幅若くは直径は 25cm 以上たるべし。
- (2) 帶鉄筋柱に於ける軸方向鉄筋断面積は、所要コンクリート断面積 A の 0.8% 以上 3% 以下たるべし。

(3) 帯鉄筋の間隔は柱の最小幅又は軸方向鉄筋直径の 12 倍を超過すべからず。

(4) 帯鉄筋柱に於ける軸方向鉄筋の直径は 12mm 以上にして、帯鉄筋の直径は 6mm 以上たるべし。

解 説

帯鉄筋柱と云ふのは、支柱の軸方向に配置された主鉄筋即ち軸方向鉄筋を帯鉄筋と稱する補助の鉄筋を以て、所定の間隔に横方向に緊結した鉄筋配置を有する鉄筋コンクリート柱である。

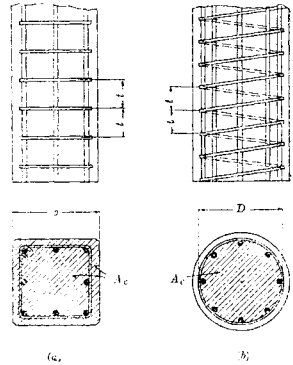


図-10.

(1) に就て

小さい断面の柱に於ては、柱軸の偏倚、軸方向鉄筋の移動、施工中並に完成後に種々の原因から生ずるコンクリートの欠陥等が、大なる断面の柱に較べて、柱の強度に非常に有害な影響を及ぼすものであるから、あまり小さい断面の柱は之を避けなければならぬ。又主要な支柱は、構造物の強度に重要な関係を有するものであるから、それが受ける荷重の大小に係らず、相當の大きさを有せしむべきである。

それで、コンクリートの填充其の他の作業が、確實に安全に行はれる事、鉄筋保護として必要なコンクリートの被り等を考慮して、主要なる帯鉄筋柱の最小幅若くは直径が、25cm 以上に定められて居るのである。依つて、計算上は 25cm 以下で充分な場合でも、主要な帯鉄筋柱に於ては、其の幅若くは直径を 25cm 以上とすべきである。

(2) に就て

最小量に就て

(i) 軸方向鉄筋を用ひると、之を使用しないコンクリート柱の場合に較べて、密度の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圧縮強度を低下させる。此の傾向は、鉄筋として型钢を使用する様な場合に殊に大きい。それで、あまり少量の軸方向鉄筋を使用すれば、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、軸方向鉄筋の効果を計算に入れる爲には其の最小断面積を定めておく必要がある。

(ii) 小断面積の軸方向鉄筋は、支柱が受け得る荷重の全体としての大き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、圧縮応力を傳達するには軸方向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、相當な断面積の軸方向鉄筋を使用するが適當である。

(iii) 理論上は中心軸方向荷重を受ける支柱であつても、實際には、荷重の偏心其

他の原因によつて、支柱は中心軸方向荷重の外に曲げモーメントを受けるから、之に抵抗せしめる爲に相當な断面積の軸方向鉄筋を使用する必要がある。

最大量に就て

(i) 大なる断面積の軸方向鉄筋を有する帯鉄筋柱に就ての實驗の結果が比較的動いので、其の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爲には、帯鉄筋柱で鉄筋を太くするよりも、螺旋鉄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、軸方向鉄筋の断面積が、コンクリート断面積の 7% なる時、軸方向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。圧縮力に抵抗すべき部材に於て、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方向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、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りが厚くなつたり、其の他色々の事情で、計算上必要以上のコンクリート断面積を有する支柱があつた場合、之に入れる鉄筋量は、實際の断面には關係なく、其のコンクリート断面中計算上必要な部分のみを本項の A と考へて軸方向鉄筋を挿入すればよいのである。

(3) に就て

帯鉄筋の目的は軸方向鉄筋の挫屈を防ぐことと、圧縮力によつてコンクリートが横方向に擴大せんとするのを多少とも防いで、コンクリートの圧縮強度を充分に利用せんとする事にある。

支柱に加はる荷重が小である間は、軸方向鉄筋の周圍にあるコンクリートは軸方向鉄筋の挫屈を防ぐけれども、荷重が大になつて、コンクリートの破壊に近くなれば、コンクリートは軸方向鉄筋の挫屈に對して抵抗力を有しない事になる。故に柱の軸方向鉄筋は出来る丈眞直にし、充分狭い間隔に帯鉄筋を以て横方向に緊結し、鋼の弾性限度迄の圧縮強さを利用し得る様にすべきである。

Tetmajer の長柱公式

$$\sigma_k = 3200 - 12 \frac{l}{i}$$

で、軸方向鉄筋の直径と、此の横方向に支持されざる長さとの關係を求める爲に、此

の式に於て σ_k を鋼の弾性限度 2520kg/cm^2 に取つてみれば、

$$l = \frac{3200 - 2520}{12} i = \frac{680}{12} \times \frac{d}{4} \doteq 14d$$

之によると、帯鉄筋の間隔は軸方向鉄筋の直径の 14 倍以下たることを要することが知れる。それで帯鉄筋の間隔を軸方向鉄筋直径の 12 倍以下に取れば、軸方向鉄筋の挫屈に對して充分安全である。

又、圧縮応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圧縮強度を利用しうる爲に、帯鉄筋の間隔が、柱の最小幅以下に制限されて居るのである。

(4) に就て

軸方向鉄筋の直径が 12mm 以下であると、其の組立に際して剛性が不足し、軸方向鉄筋が眞直にならない恐れがある。

又、帯鉄筋が有効に働かざるには、之を軸方向鉄筋に、移動しない様に堅固に緊結することが必要である。餘り径の小さい帯鉄筋では此の目的を達することが出来ないし、實際上 6mm 以上の直径のものを使用するのが便利であると云ふ理由によつて、帯鉄筋の直径は 6mm 以上と規定されて居るのである。

第 90 條 螺旋鉄筋柱

- (1) 主要なる螺旋鉄筋柱の直径は 25 cm 以上たるべし。
- (2) 螺旋鉄筋柱に於ける軸方向鉄筋の数は 6 本以上たるべし。
- (3) 螺旋鉄筋柱の有効断面積は螺旋鉄筋中心線内のコンクリート断面積とす。
- (4) 螺旋鉄筋柱に於ける軸方向鉄筋の断面積は柱の全断面積の 0.8% 以上 3% 以下たるべし。
- (5) 螺旋鉄筋の間隔は柱の有効断面の直径の 1/5 以下にして 8 cm を超過すべからず。
- (6) 螺旋鉄筋柱に於ける軸方向鉄筋の直径は 12mm 以上にして螺旋鉄筋の直径は 6mm 以上たるべし。

解 説

螺旋鉄筋柱は、コンクリート柱の軸方向に配置した軸方向鉄筋を、引張応力を受ける主鉄筋である螺旋鉄筋で、螺旋狀に緊結したものである。

螺旋鉄筋の代りに、之と同等の働きをなす環狀の鉄筋を用いたものも螺旋鉄筋柱として取扱はれる。

(1) に就て

本項は帯鉄筋柱の場合第 89 條 (1) の解説に述べたと同じ理由に依るものである。

(2) に就て

螺旋鉄筋柱の鉄筋組立に際し、螺旋鉄筋をして正しい形状（成るべく円に近い形に巻く事が必要である）及間隔を保たせる爲には、螺旋鉄筋の内周に沿つて相當數の軸方向鉄筋を配置し、螺旋鉄筋を之に緊結しなければならない。抄くとも、6 本の軸方向鉄筋は此の目的に對して必要である。なるべく 8 本以上を用ふるがよい。

(3) に就て

螺旋鉄筋柱の試験の結果によると、螺旋鉄筋が大なる引張応力を受けて其の效力を充分發揮する時には、螺旋鉄筋の外側にあるコンクリートは剝脱するに到るものである。故に螺旋鉄筋柱の有效断面積としては、螺旋鉄筋中心線内のコンクリート断面積を取らなければならない。

(4) に就て

軸方向鉄筋の最小断面積を、柱のコンクリート全断面積の 0.8% と規定したのは、帯鉄筋柱の場合第 89 條 (2) の解説に述べたと同様な理由がある外に、螺旋鉄筋柱に於ける螺旋鉄筋の強度を充分に利用しうる爲には、相當なる断面積の軸方向鉄筋を使用することが必要であると云ふ實驗の結果によるのである。

又軸方向鉄筋の最大断面積を柱の全断面積の 3% と規定した理由も、帯鉄筋の場合第 89 條 (2) の解説に述べたと同様であるが、此の外に螺旋鉄筋柱に於てはコンクリート断面積の 3% 以上の軸方向鉄筋を使用することは、不經濟で寧ろ螺旋鉄筋の方を太くした方がよいと云ふ實際上の考慮にもよるものである。

(5) に就て

之は實驗の結果と、實際上の考慮とから定めたものである。螺旋鉄筋のピッチが餘り大であれば、螺旋鉄筋が充分其の效力（圧縮応力によりコンクリートが横方向に擴大せんとするのを完全に防がんとする役目）を發揮することが出来ない事は明白である。

(6) に就て

軸方向鉄筋の直径を 12mm 以上と規定してあるのは、帯鉄筋柱の場合第 89 條 (4) の解説に述べたと同じ理由で、鉄筋組立に際し、相當な剛性を有する軸方向鉄筋を使用することが必要であるからである。

螺旋鉄筋の直径を 6mm 以上としてあるのは、螺旋鉄筋をして、相當な剛性を有せしめる事の他に、餘りピッチが小にならぬ爲の實際上の考慮に依るのである。

第 2 節 外 力

第 91 條 外 力

(1) 橋梁、地下道等のラーメンの支柱に於ける曲げモーメント及軸方向力は理論的計算を行ひて之を求むべし。

(2) 普通の建物に於ける内方支柱に對しては、中心軸方向力に就てのみ設計を行ふことを得。縁端支柱に對しては曲げモーメントをも考慮すべし。此の場合曲げモーメントを概算的に $\frac{1}{24}wl^2$ と採ることを得。

(3) 連続梁の支柱の軸方向力は梁の連続性を無視して之を求むることを得。

解 説

(1) に就て

橋梁、地下道等のラーメンの支柱に於ける曲げモーメント及軸方向力は、理論的計算に依つて之を求めなければならぬことは勿論である。此の場合に、外力の算出に用ふる鉄筋とコンクリートとの弾性係数の比は 10 にとるべきことが第 71 條 (2) に示されて居る。

(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、計算の容易の爲に、内方支柱に對しては、起り得べき曲げモーメントを無視して、中心軸方向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曲げモーメント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ゝるから、概算的に使用すべき曲げモーメント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曲げモーメントを求めらるゝ爲の近似式が誘導してある。之に依ると (図-D 参照)。

縁端支柱に生ずる曲げモーメントの値は次の如く

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

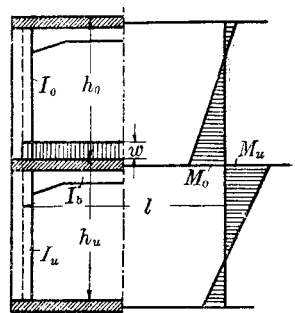


図-D.

茲に、

$$\left. \begin{aligned} C_o &= \frac{l}{h_o} \cdot \frac{I_o}{I_b} \\ C_u &= \frac{l}{h_u} \cdot \frac{I_u}{I_b} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (b)$$

w : 梁の単位長さに就ての等分布荷重、

l : 梁のスパン

h_o : 上部支柱の高さ(階層高さ)、

h_u : 下部支柱の高さ(階層高さ)、

I_o : 上部支柱の断面二次モーメント、

I_u : 下部支柱の断面二次モーメント、

I_b : 矩形梁若くは丁形梁の断面二次モーメント

である。

猶、梁が自由支承上の連続梁として計算された場合にも、縁端支柱の曲げモーメントは (a) 式によつて計算すべきである。従つて、縁端スパンの正(内法スパン)曲げモーメントは次の値だけ之を減少せしめることが出来る。

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

以上の近似式に就てみると、普通の建物に於ては、 h_o と h_u 、 I_o と I_u とは大差ないから、概算的に $C_o = C_u$ と假定すれば、縁端支柱に生ずる曲げモーメントは $\frac{1}{24}wl^2$ 以下である。依つて、縁端支柱に對して曲げモーメントを概算的に $\frac{1}{24}wl^2$ と採つてよい事に定めたのである。

(3) に就て

連続梁が乗つて居る支柱の受ける軸方向力を正確に計算することも相當の手數がかかる。梁の連続性を無視すれば計算が非常に簡単になるし、其の爲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 82 條及第 83 條(2)参照)。勿論集中荷重を受ける橋梁の連続梁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 3 節 内 力

第 92 條 帶鉄筋柱

帶鉄筋を有する短柱の許容中心軸方向荷重 P は、次式に依りて之を求むべし。

$$P = \sigma_{ca}(A_c + 15A_s) = \sigma_{ca}A_t \dots \dots \dots (9)$$

茲に σ_{ca} はコンクリートの許容圧縮応力、 A_c は柱の全断面積、 A_s は軸方向鉄筋の総断面積とす。

解 説

帯鉄筋を有する鉄筋コンクリート短柱の許容中心軸方向荷重 P はコンクリート柱の許容中心軸方向荷重と、鉄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 : 柱の全断面積、

σ_{ca} : コンクリートの許容圧縮応力

とすれば、コンクリート短柱の許容中心軸方向荷重は $\sigma_{ca}A_c$ である。茲に A_c は、正確に云ふと、柱の断面積から軸方向鉄筋の総断面積を減じたものを用ふべきであるけれども、軸方向鉄筋の総断面積は、所要コンクリート断面積の3%以下(第89條(2))であるから、軸方向鉄筋の存在によるコンクリート断面積の減少を無視しても、其の誤差は僅小(2.1%以下)である。故に簡單の爲にコンクリート全断面積の代りに柱の全断面積を使用したのである。又

A_s : 軸方向鉄筋の総断面積、

σ_s : 軸方向鉄筋の受ける圧縮応力

とすれば、軸方向鉄筋が受ける圧縮応力は $\sigma_s A_s$ である。而して、鉄筋とコンクリートとが完全に附着せる間は、之等2材料に於ける応力は、之等2材料の弾性係數に比例する。依つて、鉄筋の弾性係數とコンクリートの弾性係數との比を n とすれば、鉄筋に於ける圧縮応力はコンクリートに於ける圧縮応力の n 倍である。それで、 $n=15$ (第71條(1)) とすれば、

$$\sigma_s = 15\sigma_{ca}$$

である。故に、

$$\begin{aligned} P &= \sigma_{ca}A_c + 15\sigma_{ca}A_s \\ &= \sigma_{ca}(A_c + 15A_s) \dots \dots \dots (a) \end{aligned}$$

以上の (a) 式が本條に與へられて居る (9) 式である。

第 93 條 螺旋鉄筋柱

螺旋鉄筋を有する短柱の許容中心軸方向荷重 P は、次式に依りて之を求むべし。

$$P = \sigma_{ca}(A_c + 15A_s + 45A_a) = \sigma_{ca}A \dots \dots \dots (10)$$

$$A_a = \frac{\pi D_f^2}{t}$$

$$A_t < 2.4A_c$$

茲に σ_{ca} はコンクリートの許容圧縮応力、 A_c は柱の有効断面積、 A_s は軸方向鉄筋の總断面積、 D は螺旋の直径、 f は螺旋鉄筋の断面積、 t は螺旋鉄筋の間隔、 A_c は支柱の全断面積とす。

解 説

コンクリートのポアソン比を假定して、螺旋鉄筋柱に於ける横方向の応力と、軸方向の応力との間の理論的關係を求めて、螺旋鉄筋柱の強度を計算してみると、弾性限度以内に於ては、螺旋鉄筋は軸方向鉄筋に比較して、効力の甚だ小であることがわかる。試験の結果も大体以上の理論的關係に一致して居つて、螺旋鉄筋柱が螺旋鉄筋を有しないコンクリート柱の破壊強度に殆んど相等しい荷重を受ける迄は、螺旋鉄筋を有しないコンクリート柱とほぼ同様な性能を有し、螺旋鉄筋の効力の甚だ小であることを示して居る。

故に弾性限度以内で螺旋鉄筋柱の強度を論じようとすれば、螺旋鉄筋の効力を直接に計算に入れることが出来ないことになる。

然し、螺旋鉄筋は、之を有せないコンクリート柱が破壊する荷重以上の荷重を受ける時に其の効力を發揮し、螺旋鉄筋外側のコンクリートが剥脱した後にもなほ非常に大なる荷重を受けうるものであるから、螺旋鉄筋柱の極限強度を基とし、之に相當な安全率を取つて、許容中心軸方向荷重を求めるとすれば、螺旋鉄筋の影響を計算に入れることが出来る。

本示方書は、後の方法を採用したもので、(10) 式の出来た理由は大体次の様である。

コンクリートを、粘着力なく、單に摩擦によつて鈎合を保つ清淨で乾燥した砂であると假定して Rankine の土圧論を應用すれば、軸方向の圧縮応力 σ_v と、横方向の圧縮応力 σ_h との比は次式で表はされる。

$$\frac{\sigma_v}{\sigma_h} = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} = K \dots \dots \dots (a)$$

茲に φ は内部摩擦角である。

今螺旋鉄筋を直径が D である中空円筒に換算して考へる時、其の厚さを s とすれば、螺旋鉄筋が其の弾性限度に於ける引張応力 σ_s' を生ずる時に、此の円筒が内部のコンクリートに及ぼす圧縮応力 σ_h は、

$$\sigma_h = \frac{2s\sigma_s'}{D}$$

である。而して此の σ_h なる横方向の圧縮応力を生ぜしめる軸方向の圧縮応力 σ_v は (a) 式によつて

$$\sigma_v = K\sigma_h = K \frac{2s\sigma_s'}{D} \dots \dots \dots (b)$$

である。然れば、弾性限度に於て、螺旋鉄筋によつて受けられる中心軸方向荷重 P_1 は、螺旋鉄筋柱の有効断面積に σ_e を乗じたものであつて、

$$P_1 = \sigma_e \frac{\pi D^2}{4} = K \frac{2s\sigma_s' \pi D^2}{4} = \frac{1}{2} K \sigma_s' \pi D s \dots\dots\dots (c)$$

である。

直径が D で、厚さが s である鋼の中空円筒が受ける中心軸方向荷重 P_2 は、鋼の圧縮応力に対する弾性限度を引張応力に対する値 σ_s' に等しいと假定すれば

$$P_2 = \sigma_s' \pi D s$$

である。依つて、 P_1 と P_2 との比は、

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{1}{2} K \sigma_s' \pi D s}{\sigma_s' \pi D s} = \frac{1}{2} K = \frac{1}{2} \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \dots\dots\dots (d)$$

依つて

$\varphi = 35^\circ$ なる時	$K = 3.70$	$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{2} K = 1.85$
$\varphi = 45^\circ$ なる時	$K = 5.82$	$\frac{P_1}{P_2} = 2.91$
$\varphi = 51^\circ$ なる時	$K = 7.98$	$\frac{P_1}{P_2} = 4$

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

以上の事から考へると、軸方向鉄筋と螺旋鉄筋とを有する短柱の破壊中心軸方向荷重 P' は、鉄筋を有しないコンクリート柱の破壊強度と、軸方向鉄筋の弾性限度に於ける強度と、螺旋鉄筋を軸方向鉄筋として使用する時の弾性限度に於ける強度の 2.4~4 倍との和に等しいものと考へる事が出来る。但し、螺旋鉄筋柱に於て、螺旋鉄筋が其の弾性限度の引張応力を生ずるに到れば、其の外側のコンクリートは剥脱するから、螺旋鉄筋柱に於けるコンクリートの有効断面積は、螺旋鉄筋中心線内の断面積を取らなければならない。依つて

- σ_e' : 鉄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圧縮応力、
- A_e : 螺旋鉄筋中心線内のコンクリート断面積、即ち螺旋鉄筋柱の有効断面積、
- σ_s' : 鉄筋の弾性限度に於ける圧縮応力、
- A_s : 軸方向鉄筋の總断面積、
- D : 螺旋の直径

f : 螺旋鉄筋の断面積,

t : 螺旋鉄筋のピッチ,

A_a : 螺旋鉄筋を軸方向鉄筋に換算した時の断面積,

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

とすれば、螺旋鉄筋柱の破壊中心軸方向荷重 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方向荷重を安全率で割れば螺旋鉄筋柱の許容中心軸方向荷重が得られる。

σ_c' を安全率で割つたもの、即ちコンクリートの許容軸方向圧縮応力を σ_{ca} とすれば、コンクリートに許容圧縮応力 σ_{ca} が働く状態に於ては、 $\sigma_s' = n \sigma_{ca} = 15 \sigma_{ca}$ と取る事が出来る。又 (e) 式の (2.4~4) と云ふ数字の平均値として 3 を用ふれば、螺旋鉄筋柱の許容中心軸方向荷重 P は次式で表はされる。

$$P = \sigma_{ca} A_c + 15 \sigma_{ca} A_s + 45 \sigma_{ca} A_a = \sigma_{ca} (A_c + 15 A_s + 45 A_a) = \sigma_{ca} A_t \dots\dots\dots (f)$$

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方向荷重を計算しうる爲には、螺旋鉄筋柱は、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 90 條に適合するものでなければならぬ事は勿論である。

猶、本條には (10) 式について、「 $A_t < 2.1 A_c$ 、茲に A_c は支柱の全断面積」なる條件がある。之は多量の螺旋鉄筋を使用した時に (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、螺旋鉄筋柱に於て、鉄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縮みを生ずる時は、螺旋鉄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。螺旋鉄筋の最小量は規定されて居らぬが、餘り少量の螺旋鉄筋を使用する時は、(10) 式に於ける A_c の値が、帶鉄筋柱の許容中心軸方向荷重を與へる (9) 式に於ける A_c の値より小である爲に、(10) 式によつて計算した螺旋鉄筋柱の許容中心軸方向荷重の値が、螺旋鉄筋を無視して帶鉄筋柱として (9) 式によつて計算した値よりも小になるから、螺旋鉄筋が有効である爲に、自ら其の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、餘り少量の螺旋鉄筋を使用した螺旋鉄筋柱に於て、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、螺旋鉄筋の内部にあるコンクリートの荷重負擔能力が、コンクリートの全断面積で受け得る荷重よりも小である事を示して居る。

(10) 式で計算した螺旋鉄筋柱の許容中心軸方向荷重の値が、螺旋鉄筋を無視して、帯鉄筋柱として (9) 式で計算した値よりも大である爲に必要な A_c の最小値を計算して見ると、(10) 式に於ける A_c 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。

螺旋鉄筋の最小ピッチは、コンクリートが充分行き互るために必要な鉄筋の純間隔から定まるのであるが、3cm を最小値と考へてよい。

第 94 條 中心軸方向荷重を受くる長柱

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

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

茲に h は柱の高さ、 i は柱の全断面の最小回転半径とす。

(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會が大になる。これが爲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ない。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、成可く、短柱として働き得る様に、高さで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、長柱の許容中心軸方向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、梁等と單一体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) に規定してある様にするにしたのである。

短柱と長柱との區別については、第 2 條に、支柱又は圧縮材にしてその細長比が 45 以下のものを短柱、以上のものを長柱と規定してゐる。

支柱の細長比とは、支柱の高さと、支柱全断面の最小回転半径との比であり、最小回転半径とは、断面の最小断面二次モーメントを其の断面積で割つたもの $\sqrt{\quad}$ 平方根である。

細長比 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にして、充分安全な値を選んだのである。

全断面の最小回転半径は、出來あがつて居る柱の受け得る荷重を求める場合には、有効コンクリート断面と軸方向鉄筋の断面の 15 倍の断面積との和からなる等値全断面面積から計算すべきであるが、設計をする場合には、軸方向鉄筋を無視し有効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、螺旋鉄筋柱では螺旋鉄筋の中心線で測つた直径（即ち螺旋鉄筋柱のコンクリート有効断面積の直径）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。

鉄筋コンクリート長柱の強度を計算する爲に用ひられる式は、世界各國の規定が區々である。之は、鉄筋コンクリート長柱の實驗の結果が甚だ妙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。

此の係數は、オイラーの長柱公式に基いたもので、圧縮応力度の変化によるコンクリートの弾性係數の変化をも考慮して居る。そして、之は鉄筋コンクリート長柱の實驗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、断面の最小回転半径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 95 條 偏心軸方向荷重又は曲げモーメントを受くる柱

(1) 偏心軸方向荷重又は中心軸方向荷重と同時に曲げモーメントを受くる短柱及長柱の応力は、夫々次式に依りて求むべし。

$$\text{短柱に對し} \quad \sigma_c = \frac{N}{A_t} \pm \frac{Ne}{I_t} y \dots\dots\dots(12)$$

$$\text{長柱に對し} \quad \sigma_c = \frac{N}{A_t \left(1.45 - 0.01 \frac{h}{i} \right)} \pm \frac{Ne}{I_t} y \dots\dots\dots(13)$$

茲に σ_c はコンクリート断面の縁応力、 N は軸方向力、 e は A_t の重心線より N の作用點迄の距離、 A_t 及 I_t はコンクリート全断面積に鉄筋断面の 15 倍をも加へたる等

値全断面積及其の重心線に關する断面二次モーメント、 y は重心線より応力を求むる點までの距離、 h は柱の高さ、 i は柱の全断面の最小回転半径とす。

上式にて求めたる圧縮応力は第 73 條 (2) 式の許容曲げ圧縮応力を超過することを得ず。且つ N は中心軸方向荷重として柱の支へ得る軸方向荷重よりも小なる事を要す。

(2) 断面の一方に引張応力の生ずる場合にも、その絶対値が第 73 條 (1) 式の許容圧縮応力の $1/5$ 以下の場合に限り (12) 式及 (13) 式を使用する事を得。若し引張応力が此の値を超過したる場合には、コンクリートの引張部分を無視したる計算方法に依りて応力を計算すべし。

(3) 柱に於ける曲げ引張応力は總ての場合、盡く鉄筋にて之を探らしむべし。

解 説

(1) に就て

柱が偏心軸方向荷重又は中心軸方向荷重と同時に曲げモーメントを受ける時に、軸方向圧縮力 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、其の断面に引張応力を生じない。故に、応力の計算には、等値断面を用ひて、単一材料からなる柱が偏心軸方向荷重又は中心軸方向荷重と同時に曲げモーメントを受ける場合の計算式を応用することが出来る。

(12) 式がそれである (参考篇 [B] 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。之等の式で求めた圧縮応力が許容曲げ圧縮応力 (軸方向応力を伴ふ場合を含む) を超過してはならないし、又 N が中心軸方向荷重として柱の支へる軸方向荷重よりも小であるべき事は當然の事である。

(2) に就て

軸方向圧縮力 N の働點が断面の心の外にある時には、断面に引張応力が働く。

此の場合引張応力は凡て鉄筋で受けさせるとすれば、応力を計算する爲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、断面の一方に引張応力が生ずる場合でも、其の絶対値が第 73 條 (1) 式に示してある許容圧縮応力の $1/5$ 以下である場合には、(12) 式で計算した圧縮応力の値と、コンクリートの引張強さ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爲に、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、引張応力が許容圧縮応力の $1/5$ を超過した場合には、コンクリー

トの引張強さ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引張応力が許容圧縮応力の $1/5$ 以下である場合には、(12) 式又は (13) 式によつて圧縮応力を計算することが許されて居るが、之は計算を簡単にする爲の方便であつて、コンクリートの引張強さを考慮に入れて安全であると云ふ意味ではない。故に断面に生ずる引張応力はコンクリートの共同作用に待つ事なく、凡て之を軸方向鉄筋で受け得る様に軸方向鉄筋の断面積を決定することを要するのである。