

鐵筋コンクリート標準示方書解説

第 1 章 總 則

第 1 條 適用の範圍

本示方書は鐵筋コンクリート構造物の設計及び施工に関する一般の標準を示すものとする。

解 説

鐵筋コンクリート構造物を廣義に解すると、鐵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、鐵筋コンクリート道路、鐵筋コンクリート杭の基礎の様なものも、鐵筋コンクリート構造物と考へられないこともない。然し、本示方書で言ふ鐵筋コンクリート構造物は比較的狹義で、主として、建築、橋梁等の様な構造物を組立てゝ居る鐵筋コンクリート部材、例へば、柱、版、梁等を指すので、本示方書は之等の設計施工に関する一般の標準を與へたものである。

特別の鐵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、其の設計施工を工夫しなければならない。

尙、以下本示方書で單にコンクリートと言ふのは、鐵筋コンクリート構造部分に使用する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、巨石コンクリート等をも含めた廣い意味ではない。

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言ふ。

セメント——ポルトランドセメント又は高爐セメントを言ふ。

ポルトランドセメント——JES 第 28 號 A 4 のセメントを言ふ。

高爐セメント——JES 第 29 號 A 5 のセメントを言ふ。

骨 材——モルタル又はコンクリートを造るために、セメント及び水と混合する砂、砂利、碎石其他之に類似の材料を言ふ。

細骨材——『骨材篩分け試験標準方法』（附録第 1 章）に規定する板篩 10 は全部之を通過し、板篩 5 は 85% 以上通過する骨材を言ふ。

粗骨材——『骨材篩分け試験標準方法』（附録第 1 章）に規定する板篩 5 に少くとも 85% 残留する骨材を言ふ。

骨材表面水——骨材粒の表面に附着せる水を言ふ。

モルタル——セメント及び細骨材に水を加へ、混合して生じたるものを言ふ。

コンクリート——セメント、細骨材及び粗骨材に水を加へ、混合して生じたるものを言ふ。

レイタンス——モルタル又はコンクリートを施工したる際、水分の上昇に伴ひ、其の表面に浮び出て沈澱せる微細なる物質より成る表皮を言ふ。

ウォーカビリチー——コンクリートの流動性に依る、施工容易の程度及び材料の分離に抵抗する程度を決定する、コンクリートの性質を言ふ。

練返し——コンクリート又はモルタルが凝結を始めた場合に於て、再び混合する作業を言ふ。

練直し——コンクリート又はモルタルが混合後相當時間を経過したる場合、又は材料の分離を生じたる場合等に於て、再び混合する作業を言ふ。

鐵筋——コンクリートを補強する目的を以て使用する鋼材を言ふ。

鐵筋コンクリート——鐵筋を使用したるコンクリートにして、外力に對し兩者が一體として作用するものを言ふ。

正鐵筋——版又は梁に於て、正の曲げモーメントより生ずる引張應力を受くる様、配置せられたる鐵筋を言ふ。

負鐵筋——版又は梁に於て、負の曲げモーメントより生ずる引張應力を受くる様、配置せられたる鐵筋を言ふ。

主鐵筋——設計荷重に依り其の斷面積を決定したる鐵筋を言ふ。

配力鐵筋——主鐵筋の位置を確保し、且つ外力及び應力を平等に傳播するため、普通の場合、主鐵筋と直角の方向に配置せられたる補助の鐵筋を言ふ。

軸方向鐵筋——柱の軸方向に配置せられたる主鐵筋を言ふ。

斜引張鐵筋——斜引張應力を受くる主鐵筋を言ふ。

腹鐵筋——版又は梁の斜引張鐵筋を言ふ。

- 肋 鐵 筋——正鐵筋又は負鐵筋に圍繞せしめ、之に直角又は直角に近き角度をなす腹鐵筋を言ふ。
- 折曲 鐵 筋——正鐵筋又は負鐵筋を曲上げ又は曲下げたる腹鐵筋を言ふ。
- 帶 鐵 筋——軸方向鐵筋を所定の間隔毎に圍繞して配置されたる横方向の補助の鐵筋を言ふ。
- 螺旋 鐵 筋——軸方向鐵筋を螺旋狀又は環狀に圍繞して配置されたる主鐵筋を言ふ。
- 組立用鐵筋——施工に際し、鐵筋の位置を確保する目的を以て挿入する補助の鐵筋を言ふ。
- 用 心 鐵 筋——主鐵筋、帶鐵筋、配力鐵筋、組立用鐵筋以外の鐵筋にして、用心のために挿入する補助の鐵筋を言ふ。
- 柱 ——鉛直なる壓縮材にして、其の高さが最小横寸法の 3 倍以上のものを言ふ。
- 短柱及び長柱——細長比が 45 未満の柱を短柱、45 以上の柱を長柱と言ふ（第 99 條参照）。
- 無 梁 版——柱に直接支持剛結せられたる版を言ふ。
- 被 り——コンクリート表面より最も近き鐵筋の表面までのコンクリートの厚さを言ふ。

解 説

責任技術者に就いて

鐵筋コンクリートに於て、學識經驗のある人で、其の工事に責任を有する者、又は、此の責任者から、各個の工事に就き、責任の一部の分擔を命ぜられた者を、其の工事に責任を有する主任技術者とする。

細骨材及び粗骨材に就いて

細骨材と粗骨材との區別は全く便宜的に定められたるもので、之を定める理論的根據はない。本規定は我國從來の習慣と、各國の規定とを斟酌して出來たものである。

粗骨材と細骨材とを分けるには、板筋 5 で篩ふのであるが、實際に於ては、理想的の篩分けが困難なため、粗骨材の中に多少の細骨材を含んだり、細骨材の中に板筋 5 に残留する骨材を含む場合が多い。それで、各々の場合に就き 15% の餘裕を

設けてあるのである。板筋 10 に残留する様な粒を含む骨材は、細骨材として取扱はない。

骨材表面水に就いて

骨材に含まれる水量（骨材の含水量）は、骨材の表面に附着する水量（之を骨材表面水と言ふ）と骨材の内部に吸収されて居る吸水量とに分けることが出来る。コンクリートの製作に際し、水の計量を正確にするには、骨材が濡れて居るときは骨材表面水をセメント水比から定まる使用水量から減じ、骨材が乾燥して居るときは、骨材が 15 分乃至 30 分間に吸収する水量を増さなければならない。

練直し及び練返しに就いて

練直しと言ふ語と練返しと言ふ語とは、従来全く同意義に用ひられたこともあり、又、コンクリート又はモルタルの混合後、凝結を始めた場合に再び混合する作業を練直しと言ふ人もあるので、間違ひを起す惧れがある。それで、コンクリート又はモルタルが凝結を始めてから再び混合する作業を練返し、凝結を始めない前に再び混合する作業を練直しと言ふことに定義して、間違ひの起らない様にしたのである。

ウォーカビリチーに就いて

昭和 11 年の示方書には施工軟度と言ふ字が用ひてあつた。施工軟度と言ふ語は Workability 及び Consistency と言ふ語が殆ど同一な意味に用ひられた時代に、之等の譯語として出来たもので、昭和 11 年の示方書の定義に依ると主としてコンクリートの流動性に就いて考へて居るから、使用水量の多少に依りコンクリートの軟さを示す Consistency と言ふ語の方に近いのである。

液體に近い流動性を有し、コンクリート打ちの作業が極めて容易であつても、斯くの如きコンクリートは一般に著しく材料の分離を生ずるから、之を適當なウォーカビリチーのコンクリートであると言ふ人はないのである。

ウォーカビリチーと言ふ語の中には、流動性の大小と同時に材料の分離に抵抗する程度如何と言ふことが含まれて居るのである。それで、本文の様な定義が與へられたのである。

施工軟度と言ふ譯語では、ウォーカビリチーと言ふ意味が出にくいし、又、施工軟度の定義を變へるよりも、原語を用ひて新たに定義を與へた方が、事が明瞭になると言ふ考へから、施工軟度と言ふ字を除くことになつたのである。

正鐵筋及び負鐵筋に就いて

水平位置に置かれた版又は梁に於ては、下側に引張應力、上側に壓縮應力を生ず

る曲げモーメントを正の曲げモーメント、下側に壓縮應力、上側に引張應力を生ずる曲げモーメントを負の曲げモーメントと言ふことが一般に認められて居るから、版及び梁に於て、之等の正負の曲げモーメントに因つて生ずる引張應力を受ける様に配置した鉄筋を、夫々、正鉄筋及び負鉄筋と名附けたのである。

版又は梁として働く部材が水平位置に置かれぬ場合には、正負の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。然し、正負の曲げモーメントに就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ことは勿論である。

主鉄筋に就いて

主鉄筋とは、設計荷重に依る應力の計算から斷面が算定される鉄筋を言ふので、引張應力又は壓縮應力を受けるものである。

軸方向鉄筋、肋鉄筋、折曲鉄筋、螺旋鉄筋等は總て主鉄筋で、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附けたものである。

斜引張鉄筋及び腹鉄筋に就いて

斜引張應力は曲げ引張應力と剪斷應力との合應力である。之を受けるために配置された鉄筋が斜引張鉄筋で、斜引張應力から其の斷面及び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言ふ。梁に於て、斜引張應力を受ける腹鉄筋として、普通に用ひられるものは、肋鉄筋と折曲鉄筋とである。

肋鉄筋は正鉄筋又は負鉄筋に圍繞させ、普通、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° 内外の傾斜に用ひられる。

用心鉄筋に就いて

コンクリートの硬化、溫度の變化等に因る膨脹收縮に因つて、構造物に生ずる應力を計算し、之に對して必要な鉄筋を配置するときには、此の鉄筋は主鉄筋である。

然し、以上の様な原因に因つて生ずる應力を計算し、之に應ずる様に鉄筋を配置することは不可能なこともあり、不可能でないにしても非常に面倒であるから、斯かる計算を省略し、經驗上から安全である程度の鉄筋を配置することが少くない。斯かる場合の鉄筋は用心鉄筋の 1 種である。又第 80 條 (5) に示してある用心鉄筋の様に、計算上其の斷面積を求めることは出来ないが、安全のために必要であるとして挿入されるものもある。

第 80 條 (3) には、梁に於ては、計算上必要でないときにも、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、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言はない。

鉄筋コンクリート部材の隅角が缺けるのを防ぐ目的で隅角に沿つて入れる鉄筋などの様に、特別に他の名稱が無く全く安全のために挿入される鉄筋は總て用心鉄筋と考へてよい。

短柱及び長柱に就いて

短柱と長柱との區別に就いては第 99 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
A'	支壓應力の作用する面積 (支承面積)
A_a	螺旋鉄筋を軸方向鉄筋に換算せる場合、其の軸方向鉄筋の斷面積 (換算斷面積)
A_c	帯鉄筋柱のコンクリート斷面積 (軸方向鉄筋斷面積を減ぜず)
A_c	螺旋鉄筋柱のコンクリートの有效斷面積 (軸方向鉄筋斷面積を減ぜず)
A_t	鉄筋コンクリート柱の等値斷面積
A_o	螺旋鉄筋柱のコンクリート全斷面積 (軸方向鉄筋斷面積を減ぜず)
A_s	鉄筋の斷面積
A_s'	曲げモーメント或は曲げモーメントと軸方向力とを受くる斷面に於ける壓縮鉄筋の斷面積
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斷面積
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斷面積
b	矩形斷面の幅、又は丁形斷面突縁の幅
b_o	丁形斷面腹部の幅
C	コンクリートに於ける全壓縮應力
C'	壓縮鉄筋に於ける全壓縮應力
d	鉄筋の直徑
d	版及び梁に於て壓縮側表面より引張鉄筋斷面の圖心までの距離 (版及び梁の有効高さ)
d'	版及び梁に於て壓縮側表面より壓縮鉄筋斷面の圖心までの距離

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	コンクリートのヤング係数
E_s	鉄筋のヤング係数
f	螺旋鉄筋 1 本の断面積
h	柱の高さ即ち柱の横方向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	断面の最小回轉半徑
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
$jd=z$	抵抗偶力の臂長さ
k	壓縮側表面より中立軸までの距離の有效高さ d に對する比
$kd=x$	壓縮側表面より中立軸までの距離
l	梁又は版のスパン
M	曲げモーメント
n	鉄筋のヤング係数のコンクリートのヤング係數に對する比
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	コンクリートの壓縮應力度
σ_{ca}	コンクリートの許容壓縮應力度
σ_s	鉄筋の引張應力度
σ_s'	鉄筋の壓縮應力度
σ_{sa}	鉄筋の許容引張應力度
σ_{sa}'	鉄筋の許容壓縮應力度
σ_{28}	材齡 28 日に於けるコンクリート標準供試體の壓縮強度
S	剪斷力
t	版の厚さ、丁形梁突縁の厚さ
t	帯鉄筋又は螺旋鉄筋の間隔
r	コンクリートの剪斷應力度

τ_a	コンクリートの許容剪断応力度
τ_o	鉄筋とコンクリートとの附着応力度
τ_{oa}	鉄筋とコンクリートとの許容附着応力度
T	引張主鉄筋の全引張應力
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等分布荷重
w_a	版又は梁の單位面積又は單位長さ當りの等分布靜荷重
w_l	版又は梁の單位面積又は單位長さ當りの等分布動荷重
$x = kd$	壓縮側表面より中立軸までの距離
y	中立軸より應力度を求むる點までの距離
$z = jd$	抵抗偶力の臂長さ

解 説

本示方書の記號は英米式の記號と獨逸式の記號とを組合せたもので、昭和 6 年、會員の最多數の意見に依つて定められたものである。

第 3 章 コンクリートの品質

第 4 條 強 度

構造物の設計に於ては材齡 28 日に於けるコンクリートの壓縮強度を基準とすべし。

解 説

鉄筋コンクリートに用ひられるコンクリートに必要な強度は、其の壓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、之等は、必ずしも、コンクリートの壓縮強度に正比例するものではないが、適當な設計施工に依つて製作されたコンクリートの強度は、大體に於て、其の壓縮強度で判断することが出来る。それで、コンクリートの強度及び品質を表はす標準として、其の壓縮強度を用ひ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。

材齡に依る、コンクリートの壓縮強度の増加は、養生中に於ける温度及び濕氣の影響を受けることが極めて大きいが、一般の鉄筋コンクリート構造物に於ては、28 日以後に於て壓縮強度が大いに増加する様な養生方法を期待し得ない場合が多い。

それで、實際荷重の加へられるのは、數箇月の後であるとしても、大體、材齡 28

日位の圧縮強度を標準とするのが安全なのである。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。依つて、材齢 28 日に於ける圧縮強度を以て、標準強度とす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。尚、第 75 條に、コンクリートの許容應力度は、主として、材齢 28 日の圧縮強度から定めることになつて居る。

第 5 條 圧縮強度試験

工事施工者はコンクリートの品質を確かめるため、工事着手前にコンクリートの圧縮強度試験を行ふべし。但し責任技術者の承認せる場合は此の限りにあらず。

第 4 條及び第 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標準方法』（附録第 6 章）に依るべし。

解 説

工事施工者は工事着手前にコンクリートの圧縮強度試験を行ふのを原則とする。但し小工事又は急速を要する工事で、責任技術者が已むを得ずと認めた場合は、圧縮強度試験を省略してよい。

試験方法を統一して置かないと圧縮強度が正しく比較出来ないから、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

大きい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、之が使用を決定するのが至當である。然し、小さな工事に於ても、必ず材料の試験をすべしとすることは、餘り窮窟であるから、試験が必要であるか否かの決定は、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び高爐セメント

ポルトランドセメント及び高爐セメントは夫々 JES 第 28 號 A 4 及び JES 第 29 號 A 5 に合したるものたるべし。

解 説

本條は、本示方書を工事に適用する場合に、使用すべきポルトランドセメント及び高爐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、又は此の規格に合しないセメントを使用する場合には、本示方書は、其の儘直ちに之を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、強硬、耐久的にして、塵芥、土壌、鹽分、有機不純物等の有害量を含有すべからず。

解 説

細骨材が清淨、強硬、耐久であるべき程度に關して、絶對的の標準を示すことは困難であつて、之は責任技術者の判断に俟つ外はない。土壤や有機物等を全く含まないと云ふ様な清淨な細骨材は、めつたに得られない。どれ丈が有害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

細骨材は細粗粒適度に混合せるものにして、表-1 の範圍を標準とすべし。

表-1

	重量百分率
板篩 10 を通過する量	100
板篩 5 を通過する量	85~100
網篩 1.2 を通過する量	45~80
網篩 0.3 を通過する量	10~30
網篩 0.15 を通過する量	0~5
洗試験に依りて失はるゝ量	0~3

篩及び篩分け試験方法は『骨材篩分け試験標準方法』(附録第 1 章)に依るべし。
洗試験方法は『骨材洗試験標準方法』(附録第 2 章)に依るべし。

解 説

細骨材の單價が同じであれば細粗粒が適當に混合して居るときは、細粒のみが揃つて居るときよりも細骨材の密度が大きいため、セメント使用量が比較的少くて、著しく經濟的に、強度、水密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、なるべく細粗粒が適度に混合して居る細骨材を選ぶのが至當である。

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少なくない。斯かる場合、他から細粗粒が適度に混合して居るものを求めて使用すべきか否かは、主として経済上から判断すべき事柄である。

表1は細粗粒が適度に混合して居る程度の標準を示したもので、米國材料試験協會のコンクリート用骨材に関する標準示方書案(C 33-31 T)に示された所に近いものである。此の表に示さるゝ程度のものを使用すれば、實驗及び經驗上、普通の場合、経済的に所要の目的を達するコンクリートが得られるのである。

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、之を使用することを得。

解 説

附録第 3 章に示してある『砂の有機不純物試験標準方法』に依つて試験すれば、或る天然砂に含まれて居る有機不純物の大體の程度を知ることが出来る。

試験溶液の色合が標準色よりも濃い場合には、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體に示すだけで、此の試験に不合格な砂がコンクリート又はモルタルに使用し得ないと断定出来る程、決定的のものではない。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使用出来ないと言ふのではなく、之を使用して製作したコンクリート又はモルタル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

細骨材にして第 8 條乃至第 10 條に適合せざるものと雖も、責任技術者の承認せる場合にして、配合及び水量を變じて所要強度を得る場合に限り、之を使用することを得。

解 説

細骨材は、要するに、壓縮強度其の他、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を有するコンクリートを、最も經濟的に造り得るものであればよい、

第 8 條乃至第 10 條は所要のコンクリートを經濟的に造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、配合及び使用水量等の加減に依つて、之等の缺點を經濟的に補ふことが出来る場合も決して少くない。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—に責任技術者が試験の結果、經濟的の考慮から判断すべきことである。

規格に合しない細骨材を使用する場合には、責任技術者は、特に、コンクリートの配合、水量等に就いて注意しなければならない。

第 3 節 粗 骨 材

第 12 條 總 則

粗骨材は清淨、強硬、耐久的にして、軟質、脆弱、扁平、細長なる石片、鹽分、有機不純物等の有害量を含有すべからず。粗骨材は少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ることを要す。

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

解 説

粗骨材が清淨、強硬、耐久であるべき程度、脆弱、扁平、細長な石片及び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も弱いために、コンクリートの強度がモルタルの強度よりも弱いと言ふことは、一般に、甚だ不經濟である。それで、粗骨材は少くとも、コンクリート中のモルタルと同程度の強度を有するものでなければならない。

第 25 條表-3 の材齡 28 日に於ける、コンクリートの壓縮強度とセメント水重量比との關係は、粗骨材の強度がコンクリート中のモルタルの強度以上である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ことに就いては第 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と言ふ意味は石材それ自身は耐火的でなくとも、鐵筋コンクリート用の骨材として耐火的であればよいとの意味で、例へば第 58 條の石灰石などが其の好例である。

第 13 條 粒 度

(1) 粗骨材は細粗粒適度に混合せるものにして、表-2 の範圍を標準とすべし。

表-2 板篩を通過するもの、重量百分率

篩目の開き 粗骨材の大きさ	50 mm	40 mm	25 mm	20 mm	15 mm	10 mm	5 mm
5)~ 5 mm	95~100		35~ 75		10~ 30		0~ 5
40~ 5 mm		95~100		35~ 70		10~30	0~ 5
25~ 5 mm			90~100		25~ 60		0~10
20~ 5 mm				90~100		20~55	0~10
15~ 5 mm					90~100		0~15
50~25 mm	90~100	35~ 70	0~ 15				
40~20 mm		90~100	20~ 55	0~ 15			

(洗試験に依りて尖はるゝ量 1 $\frac{1}{2}$ % 以下)

篩及び篩分け試験方法は『骨材篩分け試験標準方法』(附録第 1 章)に依るべし。
洗試験方法は『骨材洗試験標準方法』(附録第 2 章)に依るべし。

(2) 粗骨材の最大寸法は、重量にて骨材の少くとも 90% が通過すべき篩目の開きを以て示すものとす。

(3) 粗骨材の最大寸法は 50 mm 以下にして、部材最小寸法の $\frac{1}{5}$ 又は鐵筋の最小空間隔の $\frac{3}{4}$ を超過すべからず。

解 説

(1) に就いて

表-2 は、細骨材に對する表-1 と同様、粗骨材に對し適當な細粗粒混合程度の標準を示したもので、米國材料試験協會の示方書案 (C 33-31 T) に近いものである。

(2) に就いて

本項は粗骨材の最大寸法の定義である。粗骨材個々の粒の最大寸法を計り、夫等

のうちの最大なものを、粗骨材の最大寸法と言ふのではないことに注意を要する。

(3) に就いて

壓縮強度の大きいコンクリートを經濟的に造ると言ふ點からは、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。然し最大寸法が 50mm 以上もある様な粗骨材を使用するのは、假令、鐵筋相互の間隔及び鐵筋と型枠との間隔からは差支へないにしても、普通の場合、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、且つ特別の場合の外はコンクリートの取扱ひにも不便が多い。それで、粗骨材の最大寸法を 50mm 以下と規定したのである。

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、齊等質のコンクリートを造ることが困難であり、又、上面を平面に作る事も容易でない。故に、型の大きさに依つて、使用すべき粗骨材の最大寸法を制限する必要がある。經驗に依れば、粗骨材の最大寸法を部材の最小寸法の $\frac{1}{5}$ 以下に制限すれば、上記の心配は無い。

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

第 14 條 特別の場合

粗骨材にして第 12 條及び第 13 條に適合せざるものと雖も、責任技術者の承認せる場合にして、配合及び水量を變じて所要強度を得る場合に限り之を使用することを得。

解 説

本條は、第 11 條の細骨材に關する場合の解説と同様な理由に依つて設けられたものである。

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び強度等に影響を及ぼす物質の有害量を含有すべからず。

解 説

実験及び経験に依ると、水が砂糖、酸化亜鉛等を含む場合の外は、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きい影響を及ぼさない様である。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、水の性質に就いて疑のあるときは、清浄な水を用ひたときとのコンクリートの強度を比較して、使用の可否を決定するのが安全である。

沼の水、酸を含有する疑ある水等は一應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

海水を使用したために、鉄筋コンクリートが破壊したと言ふ事實は無い様であるが、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。少くとも、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、海水を使用しないことを原則としてあるのである。

第 5 節 鉄 筋

第 17 條 材 質

- (1) 鉄筋として使用する鋼材は JES 第 430 號 G 56 一般構造用壓延鋼材の規格中、第二種 SS 41 に合したるものたるべし。
- (2) 責任技術者の承認を得たる場合に限り、前項に依らざる特殊の鋼材を使用することを得。

解 説

(1) に就いて

JES (日本標準規格) 第 430 號 G 56 一般構造用壓延鋼材の規格中、第二種 SS 41 は、引張強度が 4100 kg/cm^2 乃至 5000 kg/cm^2 、伸びが、標準抗張試験片第 2 號 (標點距離 L は徑又は對邊距離 D の 8 倍、兩端を太くするものに在りては、平行部の長さは D の約 9 倍) を用ひるとき、20% 以上、標準抗張試験片第 3 號 (徑又

は對邊距離 25 mm を超ゆる試験片、標距距離 L は徑又は對邊距離 D の 4 倍、兩端を太くするものに在りては、平行部の長さは D の約 4.5 倍) を用ひるとき、24 % 以上の棒鋼である。

第 76 條の解説に述べてある理由で、本示方書に與へられて居る鐵筋の許容引張應力度は最大 1200 kg/cm² であるから、規格に合する鋼であれば、其の實際の引張強度の大小に無關係に、許容引張應力度は總て 1200 kg/cm² まで採ることが出来る。それで、引張強度の大きい鐵筋を使用することは、只、安全度を増すだけで、計算上鐵筋を減ずることにはならない。又、引張強度の大きい鐵筋は材質が堅くなるから引張強度の小さいものに較べて、取扱ひ及び加工が幾分困難である。

規格に合する範圍内で、如何なる引張強度の鐵筋を使用するかは以上の様な事情もあること故、責任技術者が十分考慮すべき事柄である。

(2) に就いて

近來、製鐵技術の發達に伴ひ、鐵筋として使用し得べき特種の鋼材が出來て居る。試験の結果、適當であることが證明されたものは、責任技術者の承認を得れば、使用して差支へない。

第 18 條 寸法及び斷面積

鐵筋の寸法及び斷面積は JES 第 25 號 G 14 標準棒鋼及び同第 26 號 G 15 標準形鋼の規格に依るべし。

解 說

JES (日本標準規格) 第 25 號 G 14 は、徑 6 mm 乃至 200 mm の丸鋼、邊が 6 mm 乃至 150 mm の角鋼、及び對邊距離が 15 mm 乃至 40 mm の八角鋼の斷面積及び長さ 1 m の重量を與へた表である。

JES 第 26 號 G 15 は標準形鋼の寸法、斷面積、重量、斷面の圖心の位置、斷面二次モーメント、斷面の最大及び最小回轉半徑、斷面係數等を示した表である。

第 6 節 材料の貯藏

第 19 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) 6 ヶ月以上貯藏し、又は濕氣を受けたる疑あるセメントは再試験を行ふべし。

- (3) 幾分_に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) に就いて

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 以上あげることにしてあるのは、普通の現場に於ける木造倉庫に就いての標準を示したものである。床がコンクリートなどで出来て居る場合は勿論此の限りでない。

セメントを各荷毎に識別し得る様、又、検査に便利な様貯藏することは、新しく入庫したセメントばかりを使用することのないこと、在庫の數量並びに貯藏に因るセメントの性質の變化を知ること等のために、極めて大切である。

(2) に就いて

セメントを普通の倉庫に 6ヶ月以上も貯藏すると、其の強度は數割減少する。又、セメントが貯藏中濕氣を受ければ、強度が減少する。故に、6ヶ月以上も貯藏したり、濕氣を受けた疑あるセメントは、使用前に試験を行ひ其の結果に依りセメント使用量の増大、其の他を決定しなければならない。早強セメントは、一般に、粉末度が高いので、濕氣の影響を受け易いから、貯藏に就き特に注意を要する。

(3) に就いて

貯藏中幾分_{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、規格に合しないことも多い。故に斯くの如きセメントを使用してはならない。但しセメントの一部が凝結した袋のセメントでも、別段凝結した形勢のない部分は、悪い部分を除けば、試験の上使用して差支へない。

第 20 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。粗骨材の材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、若しくは長時間炎熱に曝されたる骨取を、其の儘使用すべからず。

解 説

(1) に就いて

取扱ひ中に於ける粗骨材の分離と言ふのは、例へば、粗骨材を斜面に沿つて落すとき、其の斜面の方向には粗粒が集まり、斜面端の鉛直下には、細粒のみが集まる様なことを指すのである。細骨材は、一般に、其の含有する水分のため、取扱ひの際に於ける大小粒の分離が少いものである。

(2) に就いて

酷寒の際、室外に貯藏してある骨材には、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、之を熱して氷霜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、長く炎天に晒した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。故に覆ひをするか、使用前に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 21 條 鉄筋の貯藏

鉄筋は直接地上に置くことを避け、倉庫内に又は適當なる覆ひをなして貯藏すべし。

解 説

鉄筋を直接地上に置かないことは、濕氣に因る鉄筋の腐蝕を防ぐ上からのみならず、取扱ひの便利のためにも必要である。倉庫内に又は適當なる覆ひをして貯藏するのは、雨、露、海風等に因る鉄筋の腐蝕を防ぐためである。

第 5 章 配合及び水量

第 22 條 總 則

コンクリートの配合及び水量は、所要強度及び作業に適するウオーカビリチーを有し、水密性大なる様之を定むべし。

解 説

本示方書に依れば、鉄筋コンクリートは、コンクリートの壓縮強度を基準として

設計するのであるから、其のコンクリートが所定の強度を有すべきであることは明白である。ウォーカビリチーとは第 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容易の程度及び材料の分離に抵抗する程度を決定するコンクリートの性質を言ふので、コンクリートが作業に適するウォーカビリチーを有することは、鉄筋コンクリートが相當の注意で、十分安全且つ容易に施工され得るために極めて大切である。

コンクリートの流動性が大きく、施工が容易であつても、材料の分離に対する抵抗力が小さく、材料の分離を起せば、不齊等なコンクリートが出来、又、鉄筋の下側に空隙を生じたりする。故に作業に適するウォーカビリチーのコンクリートと云ふのは、部材の大きさ、鉄筋の配置、コンクリート締固めの方法等に應じて、コンクリートをして鉄筋の間及び型枠の隅々によく行互らせる作業が、比較的容易であると同時に、材料の分離を生ずることが出来るだけ少く、齊等性で信頼の出来るコンクリートのことである。

骨材の粒度はコンクリートのウォーカビリチーに大きな関係がある。骨材の粒度が一定であれば、普通の鉄筋コンクリート工事に使用される配合の範囲に於て、コンクリート 1m^3 に使用する水量が一定であるとき、其のコンクリートのウォーカビリチーは略々一定である。コンクリート 1m^3 に對する使用水量の大きい程コンクリートの流動性は大になるが、材料の分離の傾向も大になる。セメント使用量の多いほどコンクリートの強度が大きいことは勿論である。

鉄筋コンクリートの水槽、地下室等に於て、水密性の大きいコンクリートが必要であることは明白であるが、コンクリートが十分な水密性を有することは、風雨、有害なる瓦斯等の影響に對して鉄筋防錆の目的を達し、鉄筋コンクリートが耐久的であるためにも、極めて大切である。

之等、鉄筋コンクリート用コンクリートとして必要な諸性質と最も大きい関係を有するものは、コンクリートの配合及び水量であるから、配合及び水量は、之等必要な諸性質を具備する様に決定すべきことを特に本條で注意したのである。

第 23 條 配合及び水量の表はし方

(1) 示方配合はセメント、細骨材及び粗骨材の重量比又は容積比を以て表はすものとす。但し容積比を以て表はすときは、セメントの容積は重量 1500kg を以て 1m^3 とし、骨材の容積は『骨材の單位容積重量試験標準方法』(附録第 4 章)に依

りて測定したるものとす。

(2) 現場配合比とは示方配合比を現場に於て、細骨材の表面水に因る膨み、材料計量方法其の他を考慮して表はしたるものを言ふ。

(3) コンクリート又はモルタルのセメント糊中に於ける水量は、セメント水重量比又は水セメント重量比を以て示すものとす。

解 説

(1) に就いて

示方配合と云ふのは、示方書又は責任技術者に依つて指示される配合を言ふのである。重量比に依る配合は大工事に多く用ひられ、容積比に依る配合は小工事に多く用ひられる。いづれの場合に於ても、骨材は乾燥して居るものに就いての配合比を言ふのである。

セメント一定量の容積は、其の計量方法に依り大分差があるから、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 27 條 (2) にセメントは重量に依りて計量すべしと規定してある。依つて、配合が容積比で與へられたときは、之を重量比に換算して使用セメントの重量を求める必要がある。又、配合を容積比で示すためには、使用すべきセメント重量を容積に換算する必要がある。それでセメントの單位容積の重量を定めることが必要になるが、之は單に或る重量のセメントを容積に換算するための手段に過ぎないから、ある程度まで、從來の習慣に依つて便宜的に定めて差支へない譯である。内務省市街地建築物施工規則には、セメント重量を 1550 kg/m^3 と規定してあるが、之は實際上餘り便利な數字でなく、其の出處にも特別な理由がない様である。從來、日本では英米の例に倣つて、普通、セメント 1 立方呎の重量を 94 封度として居る。之を換算すると 1 m^3 當り約 1500 kg になる。 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関する協議會に於ても、將來、内務省の規則が改正されるときには、セメント 1 m^3 の重量を 1500 kg に改正する様提案すること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。

一定量の骨材の容積も、其の計量方法に依つて異なるものであるから、配合を容積比で示すためには、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標準方法』に依つて、容積を測定することを標準としたのである。

(2) に就いて

示方配合が容積比で示されたとき、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が、現場で骨材を容積で計量するときに、此の標準方法に依ることは、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。依つて、示方配合容積比を現場で實際用ひる計量方法に依る容積比に換算して、現場配合比として示し、現場で材料計量の際に間違ひを來さない様にする必要がある。尙、細骨材は表面水のために、容積が増大するから、骨材の計量に當つては、此の膨みの影響をも考慮しなければならない。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ことが必要である。

骨材を重量で計量する場合にも、骨材の含水量を考慮して、現場配合比を定め、材料計量の際に間違ひを起さない様にしなければならない。

(3) に就いて

コンクリート又はモルタルのセメント糊中に於ける水量と言ふのは、骨材の含水量を考慮して定めたコンクリートの使用水量のことで、骨材が濡れて居るときは、混合の際加へた水量に骨材の表面水の加はつたものであり、骨材が乾燥して居るときは、混合の際加へた水量から骨材の 15 分乃至 30 分間に對する吸水量を減じたものである。

水量をセメント水重量比、又は、水セメント重量比で示したのは、第 25 條の解説にある様に、之に依つて大體コンクリートの壓縮強度を判斷し得る便利のためである。

第 25 條 表 3 には、材齡 28 日に於けるコンクリートの壓縮強度がセメント水重量比の函數として示してある。

第 24 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 1m^3 に付き、少くとも 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、鹽分等に對し特に鐵筋の防護を必要とする場合には、前記の最小使用量を増大すべし。

振動機を使用する場合、又は寸法大なる構造物にして、其の受くる應力度が許容應力度より特に低く、鐵筋防錆に支障なき場合等に於ては、前記の最小使用量を 270 kg まで減少することを得。

解 説

第 22 條に規定してある、鐵筋コンクリートに必要な諸性質を有するコンクリートを造るためには、コンクリート 1m^3 に付き、相當量のセメントを使用しなければならない。強度は兎も角として、完全な鐵筋の防錆と附着強度とが得られるためには、セメント糊が十分鐵筋を包んで居ることが絶対に必要である。又、水密性の大きいコンクリートを得るためにも、相當なセメント量を使用することが是非必要である。

1m^3 に 300kg のセメントを用ひるコンクリートは、セメント 1m^3 の重量を 1500kg とするとき、大約、配合 $1:2.5:5$ のものに相當するが、經驗上、セメント使用量が 1m^3 に付き、 300kg 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が困難である。

粗骨材の最大寸法が大きく、骨材が良質で、且つ粒度が適當であれば、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、目的に適す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 1m^3 の重量を 1500kg とすれば、一般に、配合 $1:2:4$ のコンクリートは、 1m^3 に付き 300kg 以上のセメントを要するのであるが、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（下を蒸汽機關車などが通る場合）、乾濕、鹽分（海岸又は鹽分を含む地下水等に近い部分など）、其の他に對して特に鐵筋を防護する必要がある場合には、當然、之よりも多量のセメントを使用しなければならない。

然し、以上と反對に、寸法の大きい構造物で、其の受ける應力度が許容應力度よりも遙かに低く、且つ鐵筋防錆に支障のない特別の場合、又は、振動機の使用に依り使用水量の少いコンクリートを十分締固め得る場合等に於ては、責任技術者の指示に従ひ、セメント使用量を 270kg まで減少してよいのである。

第 25 條 セメント水重量比又は水セメント重量比

セメント水重量比又は水セメント重量比は、コンクリートの所要壓縮強度に應じて試験の上之を定むるものとす。

已むを得ず試験に依らざる場合には、材齡 28 日に於ける壓縮強度約 $135\sim 210\text{kg/cm}^2$ の場合に對し、表-3 の値を標準とす。

表-3. 材齢 28 日に於けるコンクリートの圧縮強度 (kg/cm²)

普通セメント

JES に依る材齢 28 日の耐圧強度

300 kg/cm² 以上 400 kg/cm² 未滿のとき…………… $\sigma_{28} = -70 + 105 c/w$

400 kg/cm² 以上 500 kg/cm² 未滿のとき…………… $\sigma_{28} = -90 + 135 c/w$

500 kg/cm² 以上のとき…………… $\sigma_{28} = -150 + 190 c/w$

早強セメント…………… $\sigma_{28} = -155 + 210 c/w$

高爐セメント

JES に依る材齢 28 日の耐圧強度

300 kg/cm² 以上 400 kg/cm² 未滿のとき…………… $\sigma_{28} = -105 + 110 c/w$

400 kg/cm² 以上 500 kg/cm² 未滿のとき…………… $\sigma_{28} = -135 + 140 c/w$

500 kg/cm² 以上のとき…………… $\sigma_{28} = -165 + 175 c/w$

茲に c/w : セメント水重量比

解 説

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壓縮強度を基準とすべきことが規定してあり、又、第 75 條には、コンクリートの許容應力度が壓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、先づ使用すべきコンクリートの壓縮強度を定めなければならない。

コンクリートの壓縮強度に影響する事項は非常に澤山あるが、セメント糊が骨材の表面を覆ひ、又、骨材の空隙を填充するに十分な丈けの量あれば、コンクリートの壓縮強度は、大體、其のセメント糊の濃さに依つて定まるものであることは、今日までの實驗に依つて證明されて居る。而して、セメント糊の濃さと壓縮強度との關係は、セメント糊中に於けるセメントの性質に關係する處が大きいことは勿論である。

セメント糊の濃さを示すに、セメント水重量比、水セメント重量比等が用ひられる。従來、我國では、水セメント重量比を用ひるのが普通であつたが、セメント水重量比の方は、之と壓縮強度との關係を示す式が簡單になる利益がある(表-3 参照)。

與へられた粒度の骨材に對し、普通、鐵筋コンクリート工事に使用されるコンクリートの配合の範圍に於ては、使用水量は作業に適するウォーカビリチーを得る方から定まり、而してコンクリート 1 m³ に使用すべき此の水量は與へられた骨材に對して普通の配合の範圍に於て略々一定であるから、所要の壓縮強度を得るために

は、之に應ずる濃さのセメント糊が得られる丈のセメント量を使用しなければならない。所要強度及びウォーカービリーチーのコンクリートを得るために使用すべき水量及びセメントの量を、正しく定めるには、試験に依るより外に仕方がない。それで、セメント水重量比、又は、水セメント重量比は、必ず試験の上之を定むべきことを規定したのである。

然し、現場の事情に依つては、試験を行ひ難い場合も少くないから、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壓縮強度とセメント水重量比との關係が示してある。

表-3 には、ポルトランドセメント（普通セメント及び早強セメント）と高爐セメントとに就いて、之等のセメントの材齢 28 日に於ける耐壓強度に對し、コンクリートの材齢 28 日に於ける壓縮強度とセメント水重量比との關係が示してある。之等の關係は、本示方書に適合する材料、セメント使用量及び施工法に依つて造つたコンクリートが、一般に之以上の強度を有すると言ふ、實驗の結果と經驗とから定めたものである。

135~210 kg/cm² と言ふ數値は、實驗の結果に基づくもので、表 3 に於ける諸式の安全な適用範圍を示したものである。

第 26 條 ウォーカービリーチー

鐵筋コンクリートに使用するコンクリートは、相當の突固め又は振動等に依り、型枠の隅々及び鐵筋の周圍に十分行き直る程度のウォーカービリーチーを有するものたるべし。

コンクリートの流動性試験は『コンクリート流動性試験標準方法』（附録第 5 章）に依るべし。

解 説

本條は、第 22 條の作業に適するウォーカービリーチーと言ふ意味を詳しく述べたものである。

ウォーカービリーチーを試験するための完全な方法は未だ出來て居ない。それでウォーカービリーチーの測定法には觸れて居ない。但し、コンクリートの流動性を測定するために附録第 5 章に、普通に行はれて居るスランプ試験、フロー試験及び落下試験の 3 つが標準方法として示してある。

第 6 章 混 合

第 27 條 材 料 の 計 量

- (1) コンクリート材料は 1 練り毎に計量すべし。
- (2) セメントは重量に依りて計量すべし。
- (3) 骨材は細粗別々に重量又は容積に依りて計量すべし。
- (4) 水量は骨材の表面水量及び吸水量を考慮して計量すべし。骨材の表面水量及び吸水量の測定は責任技術者の指示する方法に依るべし。

解 説

(1) に就いて

セメント及び骨材は總て 1 練りに使用する丈けづゝを計量する。幾練り分にも相當する量を測つて、いゝ加減に分けて使用してはならない。

(2) に就いて

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。而して第 23 條の解説で述べた様に、セメントを容積で正確に計量することは非常に困難であるから、特に、必ず重量で計量すべきことを規定したのである。

(3) に就いて

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が困難な場合も少くない。又、工事の種類に依つては、夫れ程正確にしないでよい場合も多い。だから、骨材に對しては容積計量をも認めたのである。然し、容積に依るときは第 23 條の解説に述べてある様に、示方配合比を現場で實際行ふに便宜な計量方法に依る現場配合比に直して、計量の際間違ひの起らない様にならなければならない。

(4) に就いて

使用水量は與へられたセメント使用量及びセメント水重量比又は水セメント重量比から計算出来るが、現場で實際に此の水量を使用するためには、骨材の表面水量だけは此の水量から減じ、反對に、骨材の 15 分乃至 30 分間の吸水量だけは増さなければならない。

骨材の吸水量及び表面水量を測定するには種々の方法がある。然し、標準方法が未だ決定されてゐないから、本示方書では、現場の事情に應じて責任技術者が、適宜、其の方法を指示することにしたのである。

第 28 條 機 械 練 り

- (1) コンクリートの混合にはバッチミキサを使用すべし。
- (2) 1 練りの分量は責任技術者の指示に従ひ之を決定すべし。
- (3) コンクリート材料は之を十分混合し、練上りコンクリートは色合一様にして、粘性に富み、齊等質なるを要す。
- (4) 混合時間はミキサ内に材料を全部供給したる後、毎秒約 1 m の回轉外周速度に於て 1 分以上とすべし。
- (5) ミキサ内のコンクリートを全部排出したる後にあらざれば、新たに材料をミキサ内に供給すべからず。ミキサは之が作業の前後に於て十分掃除すべし。

解 説

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

(1) に就いて

コンチニアスミキサ、重力式ミキサ等に依るコンクリートの混合に就いては、種類の不安があるから、バッチミキサの使用を原則としたのである。

(2) に就いて

コンクリート 1 練りの分量は、ミキサの能力、骨材の最大寸法、配合及び水量、混合時間等に關係あるものであり、又、例へば 4 切のミキサと言つても、實際 4 切のバッチを十分混合し難い場合もある。依つて機械練りに際し 1 練りの分量は責任技術者の判定に依ることを原則としたのである。

(3) に就いて

本項は十分混合されたコンクリートの状態を説明したものである。

(4) に就いて

ミキサの回轉外周速度が餘り大きいと、遠心力のために、材料が混合胴と共に回轉する傾向を生じて、却つて、混合作用を妨げることになる。逆に、餘り遅いと混合の能率が悪くなる。それでミキサの外周速度が指示されたのである。今日の處、毎秒約 1 m の外周速度が、適當だと一般に認められて居る。此の速度は、普通のミキサで、1 分間の回轉數約 20 に相當する。

普通のミキサを用ひて、完全な混合をするためには、總ての材料をミキサに投入した後、2 分乃至 5 分位、混合を繼續することが必要である。本示方書では現場に於ける種々の事情を考慮して、此の混合の最小時間を 1 分間と規定して居るが、事

情の許す限り、混合時間を之よりも長くするのが適當である。

第 29 條 手 練 - リ

(1) 責任技術者の承認を得たるときは、手練りに依ることを得。手練りは水密性の練臺上に於て之を行ふべし。

(2) 手練りの順序は先づモルタルを造り、次に粗骨材を加へ十分混合するものとす。其の練上りコンクリートは前條機械練りに準ずべし。

解 説

(1) に就いて

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目的に對しては、手練りは機械練りに優るものと思はれる。然し、一般の鉄筋コンクリート工事に於て、大量のコンクリートを完全に手練りで混合することは期待出来ないから、本示方書は、バッチミキサに依る機械練りを原則とし、唯、小工事其の他特別の場合で、責任技術者が承認した場合に限り、手練りを用ひることを許したのである。

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

(2) に就いて

手練りを行ふ順序は色々あるが、鉄筋コンクリート用のコンクリートに於ては、なるべく完全な混合が得られる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を規定したのである。混合作業は、勿論、前條 (3) に示された混合状態が得られるまで、繼續しなければならない。

第 30 條 練 返 し

凝結を始め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ことを得ず。

解 説

幾分凝結し始めたコンクリートを、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言ふ。

水を加へずに、練返しを行へば、コンクリートの壓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幾分減ずる。又、練返しを許すと、十分練返しが行はれないコンクリートを打つたり、水を加へて練返したりする惧れが多分に出来る。それで鉄筋コンクリートに於ては、特別の場合の外は練返しコンクリートの使

用を禁ずるのである。依つて、凝結し始めたコンクリートは之を捨てなければならぬ。

第 7 章 コンクリート打ち及び養生

第 1 節 コンクリート打ち

第 31 條 準 備

(1) コンクリート打ちを始むるに先立ち、輸送装置の内面に附着せる硬化コンクリート又は雑物は之を除去すべし。

(2) コンクリート打ちに先立ち、打つべき場所は掃除をなし、總ての雑物を除去し、鉄筋を正しき位置に固定せしめ、氷結の虞れある場合を除き堰板は十分之を濕潤すべし。

鉄筋の配置に就きてはコンクリート打ちに先立ち、特に責任技術者の承認を受くべし。

(3) コンクリートを打つには、先づ、使用コンクリート中に於けると同等以上の配合のモルタルを、1 練り打つべし。

(4) 根掘内の水はコンクリート打ちに先立ち、之を排除すべし。又、根掘内に流入する水が新規に打ちたるコンクリートを洗はざる様、適當なる方法に依り之を排除すべし。

解 説

(1) に就いて

第 28 條 (5) に規定してある、ミキサの掃除及び本項の輸送装置の掃除は、コンクリート中に硬化したコンクリート又は雑物などの混入するのを防ぐための注意である。

(2) に就いて

堰板を十分濕潤することは、堰板とコンクリートとの附着を防ぐために必要なばかりでなく、完全な掃除をする上からも大切である。

嚴寒の際に堰板を濕潤せしめると、コンクリートが凍結する惧れが大となるから、必要あれば堰板に塗油する方がよい。

コンクリートを打つ前に、鉄筋の配置に就いて責任技術者の検査を受け、承認を得ることは特に大切である。鉄筋が數 cm 移動しただけでも強度が著しく減ずる様

な部材もある。設計鉄筋量の $\frac{1}{4}$ しか使用してなかつたために、構造物が破壊して非常な災害を起した事例さへある。コンクリートを打つ前に鉄筋の配置に就き厳格な検査をすることは責任技術者の重要な任務である。

(3) に就いて

コンクリートを打つとき、先づ、使用コンクリート中に於けると同等以上の配合のモルタルを打つて之を擴げ、其の上にコンクリートを打つことは、コンクリート表面が綺麗に出来ること及び豆板の出来るのを防ぐことのために、必要なことである。尙、機械練りに於ける最初のバッチは、ミキサに多量のモルタルが附着するため、所定の配合及び水量のコンクリートが吐出されないのが普通であるから、最初のバッチは適量量のモルタルを練り、此のモルタルを打つた上に、コンクリートを打つのが適當だと言ふことになる。

(4) に就いて

鉄筋コンクリートに於ては、水中コンクリートの施工を許すことが出来ない。故に、根掘中の水はコンクリートを打つ前に必ず排除しなければならない。又、コンクリートが十分硬化するまで、根掘中に流入する水がコンクリートに接觸しない様、一切の準備をする必要がある。

第 32 條 取 扱 び

(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依り、速かに運搬し直ちに打つべし。

特別なる事情に依り、直ちに打ち得ざる場合に於ても、混合してより打ち終るまでの時間は、温暖にして乾燥せるときに於ては 1 時間、低温にして濕潤なるときに於ても 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、相當時間経過せるものは使用前水を加へずして之を練直すべし。

如何なる場合と雖も、凝結を始めたるコンクリートは之を使用すべからず。

(2) 運搬中又はコンクリート打ち中に材料の分離を認めたるときは、練直して齊等のコンクリートとなすべし。

(3) コンクリートは型枠内に於て再取扱ひを避くる様之を打つべし。

(4) コンクリートは其の表面が 1 區劃内に於て略々水平面となる様、之を打つべし。

(5) 型枠の高さ大なる場合には、型枠に投入口を設くるか又は適當の方法に依り

コンクリートを打ち、型枠又は鐵筋にコンクリートの附着硬化するを防ぐべし。

(6) 柱の場合には漏斗を附したる管を用ひるか又は其の他適當の方法に依り、柱斷面の中央位置にのみコンクリートを打ち、其の打上り速度は最大 30 分に付き 1 m を標準とすべし。

(7) 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まで、連続して打つべし。

解 説

本條はコンクリートの打ち方に就いて、特に注意すべき事項を列記したものである。

(1) に就いて

コンクリート材料の分離を最小ならしめる運搬方法としては、今日の處、ベルトコンベヤー、コンクリート・ポンプ等が最もよい。

運搬して來たコンクリートを直ちに打たなければ、コンクリートが凝結を始める恐れがある。如何なる場合でも、凝結を始めたコンクリートは之を使用してはならない。又、第 30 條に規定してある様に、假令、之を練返しても使用してはならない。

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 時間位までは先づ凝結する心配はない。工事中には色々の事情で、直ちにコンクリートを打つことが出来ない場合があるが、此の際、前記の時間を經過しないコンクリートなら打つても差支へない。然し此の經過時間中、暑いときにはコンクリートが急結しない様日光の直射を避けること、寒いときには温度が低下し或は凍結しない様風當りを防ぐことが必要である。

混合してから相當な時間を經過したコンクリートは、材料の分離を起して居るから、使用前、水を加へずに練直することが肝要である。

(2) に就いて

コンクリートの材料、配合、使用水量、運搬、打ち方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ときは、十分練直して、齊等性のコンクリートを造らなければならない。

種卸して運搬したコンクリートを直接型枠内に打つことは、極めて特別の場合の外、許すことが出来ない。

(3) に就いて

コンクリートを型枠内で目的の位置から遠い處に打てば、最後の目的の位置まで更に之を移動しなければならないから、2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惧れがある。故に、目的の位置になるべく近くコンクリートを打つことが大切である。

(4) に就いて

本項も、コンクリート材料の分離を防ぎ、齊等質のコンクリートを造るために、大切な注意である。

(5) に就いて

断面が小さく、高さが大きい壁などに於て、上からコンクリートを打つと、コンクリートが鐵筋に衝突して、コンクリート材料の分離を起し、且つ鐵筋を移動せしめ易い。又、型枠及び鐵筋の上部に附着したコンクリートが硬化し、之が型枠及び鐵筋の間にコンクリートが十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を打つには、型枠の適當な場所に投入口を設けて、之等の悪影響を受けない様にするのが肝要である。之等の投入口は後に上部のコンクリートを打つ際には、十分密閉する必要がある。

(6) に就いて

柱の場合には前項の注意が特に大切である。それで、漏斗の附いた管を用ひるか、其の他適當の方法に依り、柱の断面の中央位置のみにコンクリートを打つべきことを規定したのである。打上り速度の標準を示したのは、コンクリートの落着きを十分にするためと、コンクリート材料の分離を防ぐためとである。

(7) に就いて

打繼目は構造物の弱點となり易いから、出来る丈け構造物全體を、打繼目なしの單一體に造ることが必要である。之がために、豫め定められた作業區劃は、之を打終るまで、連続してコンクリートを打たなければならない。

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、練直して打つべし。

(3) 断続的に作業する場合には樋の吐口に受臺を設け、一旦コンクリートを之に溜めて後打つべし。

(4) 樋は其の使用の前後十分水にて洗滌すべし。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するときの注意事項を示したものである。樋卸しを用ひると、コンクリートの流下を良くするために、一般に、みだりに使用水量を増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れがある。外國の示方書には、此の缺點を惧れて、樋卸しの使用を禁じて居るものもある。故に、樋卸しを用ひるときには、粗雑な施工が行はれない様、特に注意しなければならない。

(1) に就いて

樋卸しを用ひるときには、コンクリートが之に適する流動性を有すべきことは勿論であるが、コンクリート材料が分離することなく、コンクリート全體として樋内を滑動する様に、設備並び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) に就いて

十分の注意をしても、樋卸しで運搬したコンクリートは、多少、材料の分離を起して居るから、之を直接型枠内に打込まず、樋の吐口に受臺を設けて、1 練り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打込まなければならない。

(3) に就いて

樋卸しで運搬し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、樋の吐口に受臺を設け、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。之も材料の分離を避けるためである。

第 34 條 締 固 め

(1) コンクリートは打込み中及び其の直後、突固め又は振動に依り十分に締固めを行ひ、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。

コンクリートの行き互り困難なる箇所には、コンクリート打ちに先立ち、使用コンクリート中に於けると同等配合のモルタルを打つか、又は其の他適當の方法に依りコンクリートの行き互りを確實ならしむべし。

(2) 薄き壁又は型枠の構造上、締固め困難なる箇所に於ては、責任技術者の指示に従ひ、打込み後直ちに型枠の外側を軽打して、コンクリートの落着きをよくすべし。

(3) 突固めに依り硬練りコンクリートを打つ場合には、1層の厚さを15cm以下とすべし。

(4) 振動機を使用する場合には、コンクリートの配合、水量、振動時間其の他に關し責任技術者の指示を受くべし。

解 説

本條はコンクリートの締固めに關する一般の注意事項を擧げたものである。

コンクリートの締固めは、突棒其の他に依る突固め、又は振動機に依つて之を行ふ。

(1) に就いて

コンクリート打ちに先立つて、モルタルを打つことに就いては、第31條(3)の解説に述べてある。又、型枠に投入口を設けること、柱の場合に漏斗を附けた管を用ひること等に就いては、夫々、第32條(5)及び(6)の解説に述べてある。

(2) に就いて

薄い壁又は型枠の構造上、締固めが困難な箇所に於て、コンクリートの打込み後直ちに型枠の外側を軽打することは、コンクリートを型枠の隅々に行き亘らせ、完全なモルタルの表面を造るのに有効な方法である。然し、軟練りのコンクリートの場合、餘り強く叩いたり、長く叩いたりすると、堰板を取外したとき、コンクリート表面に砂が出たりするし、又、凝結を始めたコンクリートに害を興へる恐れがある。要するに、軽打する程度がむづかしいから、責任技術者は其の方法及び程度を指示する必要があるのである。

(3) に就いて

硬練りコンクリートの突固めの場合に於ける、1層の厚さを15cm以下に規定したのは、突固めが十分有效であるためである。軟練りコンクリートの場合でも、1層の厚さを15cm以下にして突固めるがよい。それは材料の分離を避けるためである。

(4) に就いて

振動機を使用する場合には、コンクリートの配合、水量、運搬方法及び取扱ひは、總て、振動機の使用に適する様、之等を定めなければならない。振動機には、種々

の種類があり、同種のもでも、振動数、振幅其の他に大分の差があるので、振動機の使用 방법에就いて一般的の示方を設けることは、今日の處、まだ不可能である。それで、振動機を使用する場合、責任技術者は、振動機の使用 방법에就き詳細指示しなければならないのである。

第 35 條 打 繼 ぎ

硬化せるコンクリートにコンクリートを打繼ぐ場合には、其の打込み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、レイタンス及び雜物を完全に除去し、十分に潤すべし。次にコンクリート面にセメント糊又は富配合のモルタルを塗り付け、之が凝結し始めざる前にコンクリートを打ち、舊コンクリートと密着する様施工すべし。

解 説

コンクリート打ちを中止してゐる間に、型枠は其の膨脹收縮其の他の原因で多少變形するものであるから、多くの場合、打繼ぎをする前に型枠の締直しをする必要がある。又、堰板に附着硬化したモルタル等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、十分水を吸収させることが必要である。但し、新コンクリートを打つときに、舊コンクリートの面に水がない様に注意を要する。コンクリート表面に出來たレイタンスを、打繼ぎの際に除去することは、容易でないから、コンクリート打ちを中止した後、大約 8 時間乃至 10 時間後に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、何れに依るかは、構造物の種類、接合の所要水密程度等に關係することであるから、責任技術者は之を指示する必要がある。

以上の方法に依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、両者が十分密着する様に締固めを行へば、完全な繼目が得られる。

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打込みの際 5°C 以上 50°C 以下たるべし。
- (2) コンクリート材料、鐵筋及び型枠等は氷雪の附着しおらざるものたるを要す。

凍結せる地盤上にコンクリートを打つ場合には、コンクリートが凍害を受けざる様適當の手段を講ずべし。

- (3) コンクリート施工中の気温は、コンクリート打ち後少くとも 72 時間 10°C 以上若しくは 120 時間 5°C 以上に保たしむるため、適當の手段を講ずべし。
- (4) 材料の加熱方法及び保護方法に就い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凍結を防ぐため、食鹽其の他の藥品を混入すべからず。
- (6) 凍結に因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) に就いて

打込みの際のコンクリートの温度が 5°C 以下であると、凝結硬化が甚だ遅いのみならず、急に気温が低下するときにコンクリートが凍結する惧れがある。

寒中コンクリートの場合には、骨材及び水を熱して打込みの際に於けるコンクリートの温度を高めることが多い。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れがある。故に、コンクリートの温度（空気の温度ではない）は、打込みの際 50°C 以下にする必要があるのである。

(2) に就いて

氷雪の混入して居る骨材を使用してならないことに就いては、第 20 條 (2) の解説に述べてあるが、鉄筋及び型枠に附着して居る氷雪もコンクリートの凍結を助けるものであるから、コンクリート打込み前に之等の掃除をすることが必要である。極寒の際、鉄筋の温度が -20°C 以下にもなつて居ると、鉄筋とコンクリートとの附着力が著しく減少する惧れがある。

永久凍結地層上にコンクリートを打つ場合には、地盤上に乾燥した砂又は割栗等を敷き、コンクリートが凍害を受けない様になしなければならない。

(3) に就いて

經驗に依ると、コンクリートが硬化して、大約 50 kg/cm² 以上の壓縮強度を有する様になれば、其の後は、低温に會つても、凍害を蒙ることがない様である。依つて、コンクリートが大約 50 kg/cm² の壓縮強度に達するまでは、打つたコンクリートが凍結しない様、之を保護しなければならない。

鉄筋コンクリートに使用される普通の配合のコンクリートが、大約 50 kg/cm² 以上の壓縮強度に達するためには、打込みの際のコンクリートの温度が 20°C 以上で

あるとして、普通セメントを使用する場合、約 72 時間以上、早強セメントを使用する場合、約 36 時間以上、 10°C 以上の気温に於て、硬化させる必要があらうと考へられるのである。小工事の場合などに於て、経費の関係上、保温設備が不十分で、周囲の気温を 10°C 以上に保つことが困難な場合には、上記と略同じ結果を得るために、 5°C 以上の気温に於て、120 時間以上硬化させる必要がある。要は、コンクリートが凍結して害を受けない壓縮強度に達するまで、凍結しない様に保護して硬化させることが必要なのである。

(4) に就いて

骨材及び水を熱するのに種々の方法があるが、此の際材料を過熱したり、(1) に禁じてある 50°C 以上のコンクリートを造つたりする危険があるから、材料加熱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。骨材は 100°C 以上に熱しないのが安全と考へられる。特に規定してはないが、材料ばかりでなく、出来上つたコンクリートが運搬及び打込み中に冷却しないための保護方法に就いても、責任技術者としては、指示監督する必要がある。

(5) に就いて

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ために、水に食鹽又は鹽化カルシウム等を溶かして用ひることがあるが、鐵筋コンクリートでは、斯かる鹽類を使用することは鐵筋を腐蝕せしめる惧れがあり、又、電流の作用を受け易くする危険もあるから、之等の使用を禁ずるのである。

(6) に就いて

凍結に因つて害を受けたコンクリートは之を除去しなければならないが、除去を必要とする程度であるか否かは、責任技術者の判断に俟たなければならない。

第 2 節 養 生

第 37 條 養 生

(1) コンクリートは打込み後、温度、乾燥、荷重及び衝撃等の有害なる影響を受けざる様十分に保護すべし。

(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。早強セメントを使用せる場合は、コンクリート打ち後の前記期間中少くとも當初の 3 日間は、特に濕潤状態を保たしむる様注意すべし。

堰板乾燥の虞れあるときは之にも撒水すべし。

(3) 養生日數に就いては責任技術者の指示に従ふべし。

解 説

(1) に就いて

コンクリートを打終つてから、之を保護して、其の硬化作用を十分に發揮させると同時に、コンクリート打込み後、乾燥に因る收縮のため、鐵筋コンクリート部材に生ずる元應力及び龜裂等を出来るだけ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、風及び大雨等に對してコンクリートの露出面を保護すること、
- (b) コンクリートが十分硬化するまで、衝撃及び過分の荷重を加へない様に保護すること、
- (c) コンクリートの硬化中相當の溫度に保つこと、
- (d) 硬化中に十分な濕氣を與へること、

等である。本項は以上の意味を簡単に示したものである。

(2) に就いて

コンクリート養生作業の中で、普通の場合には、コンクリートが過早に乾燥しない様に、硬化中に十分な濕氣を與へることが最も大切である。

本項は之がために使用すべき普通の方法と、濕潤状態に保つべき日數とを規定したものである。早強セメントを使用したコンクリートは、初期の發熱量が大きいからコンクリートの溫度が高くなるし、又、硬化が早いためクリープも小さいから、硬化の初期に龜裂を生じ易い。依つて、硬化の初期 3 日間は特に十分濕氣を與へて、乾燥及び溫度の降下に因る收縮龜裂の發生を防ぐ必要があるのである。

尙、堰板が薄いか、炎暑の際で堰板が乾燥する虞れのあるときには、堰板にも撒水するがよい。

(3) に就いて

適當の溫度に保つべき日數、衝撃及び過分の荷重を加へない様に保護すべき期間等は、現場の狀況に依つて、大分異なるから本示方書に一々之を記載することを避け、養生日數は、責任技術者の指示に俟つべきことにしたのである。

第 3 節 繼 目

第 38 條 總 則

設計又は施工計畫に依りて定められたる繼目の位置及び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繼目の位置及び構造は、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、濫りに之を變更してはならない。

第 39 條 打 繼 目

(1) 設計又は施工計畫に指示せられざる打繼目を設くる場合には、構造物の強度及び外観を害せざる様責任技術者の指示を受け、其の位置、方向及び施工法を決定すべし。

水平なる打繼目に於けるコンクリート表面は、レイタンスを除去し表面を十分粗にすべし。必要なる場合には柄又は溝を作るべし。

(2) 水平なる繼目に於てレイタンスの發生を防ぐため、コンクリートを打ち終りたる後上面に浮び出たる過剰の水を排除すべし。

(3) 梁又は版が壁又は柱と單一體として働く様設計せられたる場合には、壁又は柱のコンクリートの收縮又は沈下に備ふるため、壁又は柱の施工後 4 時間以上、然らざる場合には 2 時間以上を經過したる後にあらざれば、梁又は版のコンクリートを打つべからず

解 説

(1) に就いて

本條 (3) に示された打繼目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打繼目を作らないことを原則とする。然し、現場の都合で、打繼目を設けなければならない場合には、責任技術者の指示に従はなければならない。打繼目に於けるコンクリートの施工法は第 35 條 打繼ぎの規定に依る。

(2) に就いて

コンクリートの配合、水量及び打込み作業等に就き、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、其の打込みを終つたとき、表面に相當の水

が出て来るのが普通である。此の水はレイタンスの出来る原因となるから、取り去らなければならない。若しレイタンスが出来たら適當な時期に、之を取り去らねばならないことは第 35 條の解説に述べた通りである。

(3) に就いて

コンクリートは打込みを終つてから後、數時間の間に材料の分離、沈下等のために、かなりの收縮をするものである。其の收縮の量は、打つたコンクリートが深い程、又、打込みが迅速である程大きい。故に、壁又は柱のコンクリートの打込みを終つて後、直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沈下收縮するために、柱又は壁と梁又は版との間に空隙の出来る惧れがある。

コンクリートを打込んでから、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打込み後 2 時間以上経過した後に、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れは先づない。然し、單一體として働く様設計された構造物は、此の點に就き十分な安全度が必要であるから 4 時間以上経つてから、梁又は版のコンクリートを打つ様規定したのである。

第 40 條 柱に於ける打繼目

柱に於ける水平なる打繼目は柱と床組との境に設くべし。

ハンチ及び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

柱に於ける打繼目は、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きいから、之を柱と床組との境に設ける。柱が床組と單一體になつて居る場合のコンクリートの打方は、前條 (3) の規定に依らなければならない。

ハンチ及び柱頭擴大部に於けるコンクリートは、比較的深さが小で、直接型枠で支へられて居るから、柱體のコンクリートと一緒に收縮或は沈下することが出来ない。故にハンチ又は柱頭は、床組の一部として、床組と連続的に働くものと考へ、従つて、ハンチ又は柱頭と床組とは、連続的にコンクリートを打たなければならない。

第 41 條 床組に於ける打繼目

床組に於ける打繼目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小梁と交又する場合には、小梁の幅の 2 倍の距離を距て、梁の繼目を

設くべし。

必要ある場合には鉄筋を使用し、剪断應力に對して相當の補強をなすべし。

解 説

梁又は版のスパンの中央附近に打繼目を設ける理由は、普通、此の部分は剪断應力度が小さく、壓縮應力が鉛直な繼目面に直角に働き、打繼目を設けても、梁又は版の強度を減ずることが少いからである。然し、梁のスパン中央部に小梁が交叉して居る場合には、應力度の急變する位置に繼目が來るのを避けるために、小梁の幅の2倍位離れた處に、繼目を設けるのが適當なのである。尙、剪断應力度が大きい處に打繼目を作るときは、鉛直な繼目面に對して傾斜した鉄筋を挿入するがよい。

第 42 條 アーチに於ける打繼目

アーチに於ける打繼目はアーチ軸に直角の方向に之を設くべし。アーチの幅廣きときは、スパンの方向の鉛直打繼目を設くことを得。

解、説

アーチは其の壓力線が、なるべくアーチ軸に近接する様設けられるものであるから、打繼目をアーチ軸に直角の方向に設けることは、剪断力に對する繼目の安全度を大ならしめる上から適當なことである。

スパンの方向に設ける鉛直打繼目は拱起から拱起まで連結することが必要である。

第 43 條 伸 縮 繼 目

伸縮繼目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。露出せる伸縮繼目には必要に應じ、責任技術者の承認を得たる填隙材を挿入すべし。

解 説

伸縮繼目に於て、相接する構造物の兩部を完全に絶縁することは、其の目的から考へて當然なことであるが、時々誤つてコンクリート丈を絶縁し、鉄筋を連結することがあるから、特に注意してあるのである。又、伸縮繼目に於て相接する構造物の兩部は、なるべく別々の柱又は壁で支持するがよい。

露出せる伸縮繼目の間隙を其の儘にして置くと、其の間に土砂が入り込んで、伸縮繼目の作用を妨げる心配があるから、必要に應じ、適當な填隙材を用ひなければならぬ。

第 44 條 滑 面 繼 目

滑面繼目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

滑面繼目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、繼目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した後に、他の部のコンクリートを打つことである。

第 45 條 水 密 繼 目

打繼目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) 水平なる繼目に於ては下部のコンクリート面に連続せる柄又は溝を作るべし。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) の方法に依ることを得。

次のコンクリート打ちに先立ち、レイトンス及び雜物を完全に除去し、水を以て十分清掃し、セメント糊を塗り付け、直ちにコンクリートを打つべし。

(2) 鉛直なる繼目に於ては責任技術者の指示に従ひ、銅板其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打繼目の施工法に就いて規定したものである。コンクリートの施工に就いては、第 60 條の規定を遵守しなければならない。

第 8 章 鉄 筋 工

第 46 條 鐵 筋 の 加 工

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

(2) 設計に示されざる場合鐵筋を曲ぐるには、其の端に於ては鐵筋直径の 1.5 倍以上、折曲鐵筋の曲點に於ては 5 倍以上、ラーメン隅角部の曲點に於ては 10 倍以上の半径を有する圓形の型を用ふべし (圖-4 参照)。

(3) 加熱して曲ぐる場合には、其の全作業に就いて責任技術者の承認を受くべし。

(4) 設計に指示せざる急曲を有する鐵筋は使用すべからず。

解 説

(1) に就いて

本項は鉄筋の加工に對して大切な一般的注意である。

(2) に就いて

鉄筋の端を鈎形に曲げるときの直徑が設計圖に示してない場合には、少くとも、鉄筋の材質を害さない程度の直徑に曲げなければならない。之には、鉄筋を其の最小寸法の 3 倍以上の直徑を有する型の周りに曲げれば安全である。

折曲鉄筋の曲點に於て、鉄筋が餘り小さい直徑の圓弧に曲げてあると、曲點に於けるコンクリートが過大な壓縮應力のために破壊する恐れがある。此の場合、鉄筋を其の直徑の 5 倍以上の半徑を有する圓弧に曲げれば、安全であることが實驗で證明されて居る。然し、ラーメン隅角部の曲點に於ては、折曲鉄筋の場合と異なり、曲點に於て鉄筋の應力度が許容應力度に近い場合が多いから、直徑の 10 倍以上の半徑に曲げておく必要があるのである。

(3) に就いて

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

(4) に就いて

鉄筋の直線部は眞直でなければならない。製造、運搬、加工等の間に出來た屈曲、急曲等を十分直すことが出來ないときは、斯かる缺點ある鉄筋を使用してはならない。

第 47 條 鉄筋の組立

(1) 鉄筋は組立に先立ちて清掃し、浮錆其の他コンクリートとの附着力を減する虞れあるものは之を除去すべし。

(2) 鉄筋は正しき位置に配置し、コンクリート打ちの際に位置を變ぜざる様十分堅固に組立つべし。之がため必要ある場合には、適當なる組立用鉄筋を使用すべし。

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

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

むべし。

(5) 鉄筋組立後長時日を経過したる場合にはコンクリート打ちに先立ち、再び組立の検査をなし、必要に應じ清掃すべし。

解 説

(1) に就いて

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、ペンキ等、總て鋼とコンクリートとの附着を妨げる虞れあるものは、完全に取去らなければならない。

(2) に就いて

鉄筋を設計圖に示された通り、正しい位置に固定し、コンクリート打ちの際に少しも移動しない様にするには、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、鉄筋保護としての被りが減ずるときは、鉄筋コンクリートの耐久性を減ずることになる。だから、必要に應じて組立用鉄筋(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ために必要なばかりでなく、組立を容易ならしめる點からも有効である。従つて、之は、當然設計圖に示すべきものであるが、計算で求めらるゝ主鉄筋でないために、往々忘れられることがある。現場施工者は、此の點に就き十分の注意を要する。

(3) に就いて

鉄筋相互の位置を固定するために、鉄筋の交叉點を鐵線で結び附けるのが普通である。之に用ひる鐵線の直径は0.9mm以上と規定してあるが、なるべく太いものを用ひるが良い。鐵線を焼鈍せば軟くなるから、使用に便利である。比較的太いものを用ひれば、作業が確實に容易に出来る。

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

(4) に就いて

鉄筋と堰板との間隔を正しく保たせるためには、コンクリート中のモルタルと同じ配合のモルタルで作つた棒形、圓弧形及び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、鉄筋の支へに用ひるのも一法である。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、型枠の掃除及びコンクリートの行き互りにも妨げとなるから、此の場合には、鉄筋を

版の型枠で支へた棒などから吊るのが適當である。

鉄筋と環板との間隔を正しく保たせるために考案された種々の金物即ち鐵座があるが、日本では未だ餘り用ひられて居ない。

(5) に就いて

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ことがあるから、コンクリート打ちに先立つて、再び鉄筋の検査をなし、汚れて居れば掃除する必要がある。

第 48 條 鉄筋の継手

鉄筋の継手は次の方法に依るべし。

(1) 引張鉄筋にはなるべく継手を避くべし。已むを得ず継手を設くる場合には、相互にずらし、1 断面に之を集中せしむべからず。應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に於ては鉄筋の先端を半圓形の鈎に曲げ、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) 引張鉄筋に熔接に依る継手を使用する場合には効率確實に 100 % 以上なる方法を採用し、責任技術者が必要を認めたる場合は指示されたる断面積を有する附加鉄筋を併用すべし。附加鉄筋の長さは其の直径の 80 倍以上とし、兩端には鈎を設けざるものとす。

(4) 將來繼足しのため鉄筋を露出し置く場合には、之が腐蝕せざる様保護すべし。

解 説

(1) に就いて

引張鉄筋に於て、なるべく継手を避ける必要のあることは論ずるまでもない。現今は、相當大量でさへあれば、随分長い鉄筋でも、比較的容易に之を手に入れることが出来る。我國でも長さ 30 m 餘の鉄筋を曲げずに鐵道で運搬した例もある。

継手を作る必要ある場合には、大きい引張應力を受ける箇所、例へば、梁のスパンの中央附近などを避けなければならない。継手は之を 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、其の断面が弱くなるのみならず、重ね継手を用ひるとき、コンクリートの行き互りが非常に困難になる。だから、面倒でも、継手を互にずらして、1 箇所に継手が集まらない様にならなければならない。

(2) に就いて

今日までの、鉄筋とコンクリートとの附着強度に関する研究の結果に依ると、引張鉄筋の重ね継手に於ける重ね合せの長さは、鉄筋の先端に半圓形の鈎を付ける場合、鉄筋直径の 25 倍以上とすればよい様であるが、十分安全を採つて、30 倍以上と規定してあるのである。

尙、太い鉄筋の重ね継手に關しては、餘り實驗記録がなく、未だ其の効果が明らかでない。故に、太い鉄筋の重ね継手に就いては、特に安全度を大きくする必要がある。重ね合せの部分で鐵線で緊結するのは、鉄筋の位置を保たせる目的であるから、十分しつかり緊結する必要はあるが、あまり多く鐵線を捲きつけることは、鉄筋の周圍へモルタルがまわり憎くなり、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) に就いて

本項の熔接は主として電氣熔接を目安として居るのである。引張鉄筋の熔接は、之まで、種々の不安があると理由で、其の使用が禁止されて居つたのであるが、近來は電氣熔接が非常に進歩し、効率確實に 100% 以上の方法もあるから、之を適當に採用することは、鐵筋節約の上から言つても大切である。但し、作業の如何に依つて、熔接に依る継手には、尙、多少の不安がないでもないから、継手の試験をすること、及び現場の事情に依り相當斷面積の附加鐵筋を用ひることが、必要である。

附加鐵筋の長さを其の直径の 80 倍以上とすれば、十分な附着強度があるから、作業の容易のため、及び部材の引張側に鈎を設けたために、其の部分に龜裂が発生することの無いために、鈎を設けないことにしてあるのである。

(4) に就いて

鐵筋の腐蝕を防ぐにはセメント糊を數回塗つたり、コールタール又はアスファルトを浸した布で包んだりする。

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、形狀及び寸法に正しく一致せしめ、堅牢にして、荷重、乾濕、振動機の影響等に因りて狂ひを生ぜざる構造となすべし。

其の形状及び位置を正確に保たしむるため、適當の施設をなすべし。

(2) 型枠は容易に且つ安全に之を取外し得られ、其の継目はなるべ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

(1) に就いて

振動機を用ひるときは、手で突固めをする場合よりも、型枠を堅固に作る必要がある。

(2) に就いて

(1) に規定してある様に、型枠は、實際上變形を起さない程度に堅牢のものでなければならないから、型枠の各部を出来るだけ確固に固定することが必要であるが、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、型枠を繰返し使用する上からも必要である。堰板の継手が水密でないと、使用水量の多いコンクリートでは、コンクリートの一部が砂又は砂利のみになつてしまふ危険がある。型枠各部（主に堰板）の継目を鉛直又は水平にするのは、型枠を正しい位置、形状及び寸法に作り、且つ堰板の継目を水密にする作業を容易ならしめる上から大切なのである。

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鉋仕上げをなすべし。但し粗面にて差支へなき露出面に對しては此の限りにあらず。

(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) に就いて

木材堰板には、死節其の他の缺點のない板を使用しなければならない。堰板のコンクリート露出面に接する表面を、平滑に鉋仕上げすることは、コンクリートと堰板との附着を防ぎ、コンクリートの露出面を平滑で完全なモルタル面とするために必要である。

(2) に就いて

一度使用した堰板の面には必ず多少のモルタルが附着して居るから、之が再用に先立ち、其の面を綺麗に掃除し、必要あれば、之に油、石鹼等を塗布しなければならない。

第 51 條 型 枠 及 び 支 保 工

型枠及び支保工は十分なる支持力を有することを要す。重要な型枠及び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、高さ大なる場合には繫材及び筋違を設くべし。

解 説

第 49 條 (1) の規定通り、型枠が實際上變形移動を生じないものであるためには、十分な支持力を有することが必要である。

型枠及び支保工は、普通經驗から各人勝手な標準で設計して居るが、重要な型枠及び支保工は、安全を期するために、其の強度と變形とを計算上からチェックして見る必要がある。支柱を直接弱い地盤で支へると、沈下し易いから、適當な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。支柱の長さが大きい場合には、バックルしない様に、繫材及び筋違等で緊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なるべ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。鐵線を締付材として使用する場合には責任技術者の承認を受くべし。

(2) 支承、支柱、假構等は、楔、砂箱、ジャッキ等にて支へ、振動、衝撃等を與ふることなく徐々に型枠を取外し得る様にすべし。

(3) 型枠には適當なる反り又は上げ越しを附すべし。

解 説

(1) に就いて

堰板を正確に、十分締付け、施工中に狂ひを起さない様にするためには、締付材として、ボルト又は棒鋼を用ひるのが適當である。鐵線を締付材として使用する利益は、唯、工費の節約だけで、一面缺點も多いから、其の使用に就いては責任技術者の承認を受けることにしたのである。締付材として用ひるボルト又は鐵線の端

が、工事完成後、コンクリートの表面に出てゐると、之から水分を誘つたり、之が錆びてコンクリート表面に汚點を生じたり、或はコンクリートに龜裂を生ぜしめたりする惧れがあるから、コンクリート表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 と言ふ數字を定めたのである。

(2) に就いて

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、衝撃等を及ぼすことなく、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ない。之がためには、支承、支柱及びセンターリング等は、楔、砂箱、ジャッキ等で支へることが必要である。尙、之等の楔、ジャッキ等は、型枠を正しく据えたり、位置の修正をしたり、適當な反りを與へたりするためにも必要である。

(3) に就いて

型枠は、十分堅牢に作り、打つたコンクリートの重量などで、實際上狂ひが起らない様な構造とするけれども、全然撓み又は移動がない様に作り得るものではない。又、工事の種類に依つては、型枠の相當な撓みや、支保工の沈下を覺悟しなければならない場合もある。だから、必要に応じて適當の反り又は上げ越しを付けなければならない。

尙、大きい梁の型枠などに於ては、型枠内を掃除するための水を流すためにも、相當の反りが必要である。

第 53 條 面 取 り

特に指定なき場合には、型枠の隅角に面取りをなすため、適當の三角材を取付くべし。

解 説

型枠の隅角に面取りをし、従つてコンクリートの隅角の面取りをすることは、美觀のためのみならず、型枠取外しの際及び工事の竣工後、衝撃に因るコンクリート隅角の破損を防ぐためにも有效である。

第 54 條 塗 布

(1) 型枠の内側に塗る材料は、汚色を残さざる錆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) 塗布作業は鉄筋の配置前に之を行ふべし。

解 説

(1) に就いて

木製の堰板に油其の他適当な材料を塗布することは、堰板とコンクリートとの附着を防ぐために有効なばかりでなく、堰板が水を吸収して膨脹するために生ずる型枠の歪みを防ぐにも効果がある。

鐵製の堰板には是非塗油しなければならない。

堰板の塗布に使用する材料には、石鹼、重油、鑛油、石油とリンシード油との混合物等がある。之等のうちのどれが適當であるかは、工事の種類に依ることであるから、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) に就いて

型枠内に鉄筋を配置してから、堰板に塗油したりすると、其の作業中に、鉄筋に油がついて、鉄筋とコンクリートとの附着を妨げる惧れがある。又、コンクリートを打つまでに、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

柱及び壁の型枠底部其の他必要なる箇所には、一時的開口を設け、型枠の掃除、検査及びコンクリート打ちに便ならしむべし。

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、型枠の内部を壓力ある水で掃除し、堰板を十分濕すことが必要である。此の汚水を流すため、又、型枠及び鉄筋配置の検査を容易にするために、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ときに塞ぐのである。

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、型枠の適當な箇所に投入口を設けて、コンクリート打ちの際、型枠又は鉄筋にコンクリートの附着硬化するのを防ぐ必要がある。之も一種の一時的開口である。

第 56 條 型枠の取外し

- (1) 型枠は、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) コンクリートを打ちたる後型枠取外しに到る期間は、気温、天候、使用セメントの性質、配合、水量、部材の種類及び其の寸法等を考慮し之を定むるものにして、最低気温 5°C 以上の場合大體の標準は表-4 に依るものとす。

表-4.

	セメントの強度 JES に依る材 齢 28 日の耐圧 強度 (kg/cm^2)	床版、梁の 側面及び柱 の型枠	床版の底面 の型枠	スパン 6m 未 満の梁、アーチ 及びラーメン床 版の型枠	スパン 6m 以 上の梁及びアー チの型枠
普通セメント	450 未満	4 日	7 日	10~15 日	14~21 日
	450 以上	3 日	6 日	9~13 日	10~17 日
早強セメント		2 日	4 日	7~10 日	8~14 日

コンクリート硬化中、最低気温 5°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 以下に下りたる時間は之を型枠存置期間に算入すべからず。

(3) 部材の自重及び施工中に加はる荷重を受くる支柱は、其の部材が之等の荷重を負擔するに十分なる強度を得るまで之を保存すべし。

解 説

(1) に就いて

型枠は、コンクリートが相當硬化して、型枠が壓力を受けなくなるまで、之を存置するのが原則である。特にセンターリング、即ち假構は、鉄筋コンクリート部材が、安全に其の自重及び其の上に来る荷重を負擔出来る強度に達するまで、之を取外してはならない。型枠取外しの時期を誤つたために、災害を惹起した例は甚だ多いから、型枠の取外しに就いては、是非、責任技術者の承認を受けなければならない。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検査した後に、型枠取外しの承認を與へなければならぬ。

(2) に就いて

型枠は、コンクリートの養生を十分にする方からは、なるべく永く之を存置するのが適當であるが、型枠を繰返し使用する方から、及び、コンクリートのクリープを利用せんとする方からは、コンクリートが所要の強度に達したならば、なるべく早く之を取外すことが望ましい。

コンクリートが所要の強度に達するまで、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び水量、(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) 養生中の天候及び風通し、等に關係するから、其の決定は非常に複雑な問題である。依つて之に就いて、一定の規則を與へることも甚だ困難である。だから、本示方書では、責任技術者の判断に依ることを原則とし、極く大體の目安を表-4 に與へたのである。

現場に於ては、唯、型枠の再用及び施工の手間の都合等から、型枠取外しを急ぎたがる場合も多いが、斯かる場合に對して、表-4 がよい規準とならう。表-4 中のラーメン床版と云ふのは、梁なしに版のみでラーメンを構成した構造の版、例へば函溝渠の版などを指すのである。尙、第 5 欄及び第 6 欄の型枠とは、堰板でなく假構を指すのである。

(3) に就いて

型枠を取外すには、一般に、全體を同時に取外さずに、比較的荷重を受けない部分を先づ取外し、相當期間をおいて、構造物が計畫した強度に達するのを俟つて、残りの重要な部分を取外さなければならない。工事中に加へられる餘分の荷重及び部材の重量を支持するために設けられる支柱其の他は、部材が自己の重量及び之に加はる荷重を安全に負擔し得る強度に達するまで、之を存置し、最後に取外すべきである。

第 10 章 被 り

第 57 條 普通の場合

- (1) 主鉄筋の被りは其の直徑以上とすべし。
- (2) 被りは普通の場合 表-5 に依るものとす。

表-5.

	版	梁	柱
一般の場合	1.0 cm 以上	1.5 cm 以上	2.0 cm 以上
寸法大にして重要な構造物若しくは風雨に曝さるゝもの	2.0 cm 以上	2.5 cm 以上	3.0 cm 以上
煤塵、乾濕、鹽分等の有害なる影響を受くる處れある部分を、有效なる被覆材料を用ひて特に保護せざる場合	3.0 cm 以上	3.5 cm 以上	4.0 cm 以上

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

(4) 流水其の他に因り磨損の虞れある部分は、被りを適當に増大すべし。

解 説

鐵筋の周圍をコンクリートで十分包むことは、(1) 鐵筋が十分な附着強度を發揮するため、(2) 風雨及び濕氣のために鐵筋の錆びるのを防ぐため、(3) 火災に對して鐵筋を保護するため、等に必要である。十分な附着強度を得るために必要な被りを計算することは困難であるが、風雨、濕氣及び火災に對して十分安全な被りを持たせれば、附着強度に對しても十分安全だと一般に認められてゐる。鐵筋防錆のために、必要な被りは、主として、コンクリートの水密性の大小、表面仕上げの程度及び構造物が風雨に曝される程度等を考慮して定めるものであるが、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、十分安全である。

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、玄武岩若しくは石灰石程度の膨脹率を有する骨材を用ひ、被りは版及び壁に對して 2.5 cm 以上、梁及び柱に對して 5 cm 以上とすべし。若し花崗岩の如き骨材を用ふる場合には、被りを前記より更に 2.5 cm 増加せしめ、約 2.5 cm の深さに鐵網を入れて補強すべし。

(2) 高熱に曝さるゝ煙突内面の如き場合には、特殊の裝置を設くるか、又は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ために、高熱を受けると、コンクリートが破壊崩落して、鐵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よい。玄武岩若しくは石灰石程度の膨脹率を有する骨材を使用した場合に、鐵筋保護としての被りを、版及び壁に對して 2.5 cm 以上、梁及び柱に對して 5 cm 以上とすれば、十分鐵筋保護の目的を達し得ることが實驗上及び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、花崗岩の様な骨材を用ひるときは、被りを増加するばかりでなく、コンクリートが破壊、崩落して鐵筋が露出するのを

防ぐため、鐵網を使用することが必要である。

高熱に曝される煙突内面の様な箇所は、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はない。鐵筋コンクリートは、元來、所謂、耐火構造であるが、特に猛火に襲はるゝ惧れある建物（例へば倉庫）とか、特に重要な建物で、火災に逢つても、構造物に殆んど何等の損傷、弱點を生じない様にしたと言ふ、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

海水の作用を受くる場合被りは第 66 條の規定に依るべし。

解 説

第 66 條解説参照。

第 11 章 水密を要する鐵筋コンクリート

第 60 條 總 則

水密を要する鐵筋コンクリートは、其の材料の選擇、配合、水量、ウォーカビリチー、打込み、養生其の他の作業に関し、特に注意して施工すべし。

解 説

水密な鐵筋コンクリートを造る確實な方法を一言で言へば、本示方書の材料、配合、水量、ウォーカビリチー、混合、打込み、養生其の他に關する規定を嚴守すると言ふことに歸するのである。

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様に、本示方書に規定してあ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體を水密的にすることが出来る。だから、本示方書では、水密を要する鐵筋コンクリートを作るのに、防水劑を使用しないことを原則とし、若し防水劑を使用する必要があるれば、混和物の種類、混和量其の他に就いて、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鐵筋コンクリート

第 62 條 總 則

海水の作用を受くる鐵筋コンクリートは、其の材料の選擇、配合、水量、ウォーカーピリチー、打込み、養生其の他の作業に關し、特に注意して施工すべし。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

海水の作用を受ける鐵筋コンクリートを耐久的ならしめるには、耐久的なコンクリートを以て、鐵筋を保護することが極めて大切である。コンクリートが海水の作用に對して耐久的であるためには、十分水密的でなければならない。それで、第 60 條に於けると同じ事項が規定してあるのである。多孔質又は脆弱な骨材を以て、水密性が大きく、海水の作用に對する抵抗力の大きいコンクリートを造ることが出来ないことは明白である。

第 63 條 配 合

最高最低潮位間、海水に洗はるゝ部分及び激しき潮風を受くる部分は、出來上りコンクリート 1m^3 に付き 330 kg 以上のセメントを使用すべし。

解 説

海中に於ける鐵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、又は海水に洗はれる部分であつて、寒冷なときには氷結作用が一層其の被害の度を大ならしめる。又、激しい潮風を受ける部分は、例へば臺灣の様な暑い地方で、被害が大きい。故にかゝる部分に對しては、特にコンクリートの密度、強度及び水密性の大きいコンクリートを以て十分鐵筋を保護しなければならない。之がためにはコンクリートの配合を普通の部分よりも富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 のコンクリートに付き 300 kg と言ふ最小使用量を 10% 増加して、330 kg 以上のセメントを使用することに規定したのである。

第 64 條 混 和 材

特に責任技術者の承認を得るにあらざれば、混和材を使用すべからず。

解 説

水密的で海水の作用に対する抵抗力の大きいコンクリートを造るために、珪藻土、火山灰其の他の混和材の使用が有効である場合も少くない。然し、混和材の効果は、各個の場合に就き著しく異なるものであるから、混和材の使用に就いては、責任技術者の承認を受けなければならない。

第 65 條 コンクリート打ち

- (1) コンクリートは出来得る限り、水平又は傾斜せる打継目を生ぜざる様打つべし。
- (2) 最高最低潮位間のコンクリートは連続作業にて打つべし。
- (3) 鉄筋と堰板との間隔を保持するために使用するモルタル塊、鐵座等は、コンクリート中に埋込まざる様注意すべし。

解 説

(1) に就いて

コンクリート打ちに際し、水平又は傾斜した打継目の出来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ことになるから、本項で此の點を特に注意したのである。

(2) に就いて

低潮位と高潮位との間にあるコンクリートの打継目は、特に弱點となり易いから、之を避けるため、連続してコンクリートを打たなければならない。

(3) に就いて

鉄筋と堰板との間隔を保持するために使用するモルタル塊、鐵座等と打つたコンクリートとの密着は、どうしても十分でないから、継目から海水が侵入して鉄筋が腐蝕する傾向がある。故に、海水の作用を受ける鉄筋コンクリートの施工に於ては、モルタル塊、鐵座等を残さない様にすることが大切なのである。

第 66 條 鉄筋及びコンクリートの保護

- (1) 被りは 7.5 cm 以上、隅角部に於ては 10 cm 以上とすべし。但し鉄筋コンクリート既製品其の他特別なものに於ては、責任技術者の指示に従ひ此の限度を低下することを得。

(2) 激しき磨損又は腐蝕を受くる虞れある部分は、責任技術者の承認せる材料を以てコンクリート表面を保護すべし。

解 説

(1) に就いて

本項に規定された被りは、従来の実験及び経験上、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ために必要なものである。然し、構造物の種類に依つては、左程耐久的でなくてもよい場合がある。斯かる場合には責任技術者の考へで、本規定の被りを幾分小にしても差支へない。

(2) に就いて

激しい波浪に因つてコンクリートが磨損し、或は海水のためにコンクリートが腐蝕する様な場所は、最高最低潮位間のコンクリート表面を、クレオソートを注入した木材、良質の石材等、責任技術者の承認した材料を以て保護しなければならない。

第 13 章 表面仕上げ

第 67 條 表面仕上げ

(1) 露出面となるべきコンクリートは、堰板に密接して完全なるモルタルの表面が得らるゝ様、適當なる打込み及び締固めをなすべし。

(2) コンクリートの表面に生じたる稜線又は突出部は除去して平滑ならしめ、空隙又は缺損したる箇所は不完全なる部分を除去し水にて潤したる後、コンクリート中に於けると同等配合のモルタルを填充して平滑に仕上げべし。

(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。但し鏝仕上げは過度ならざる様注意すべし。

(4) コンクリート上面をして特に磨耗に抵抗せしむる必要がある場合には、セメントと骨材との配合を容積比にて 1:2.5 以上の富配合とし水量をなるべく少くして締固め及び養生を十分にすべし。

(5) モルタル仕上げをなす場合には、施工を終りたる後 1 時間以内にコンクリート表面にモルタルを塗り均すべし。硬化せるコンクリート表面は鑿又は適當なる工具にて粗にし、水にて十分に濕したる後、セメント糊を薄く塗り、直ちにモルタル仕上げを行ひ適當なる養生をなすべし。

解 説

本條はコンクリートの表面仕上げに就いて注意すべき事項を列記したものである。

(1) に就いて

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

之がためには、堰板の表面が平滑であること、堰板の継目が水密であること等に注意すべきは勿論、尙、打込み及び締固めにも注意が大切である。

(2) に就いて

假令、型枠の製作、コンクリートの材料、配合、混合、運搬、打込み及び締固め、型枠の除去等に就き周到な注意を拂つても、大きい構造物に於ては、コンクリート表面に稜線、突出部、空隙、又は缺損した箇所等が絶対に出来ない様にすることは、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ことは勿論であつて、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、よく見受けることであるが、之は美觀上は兎も角として、構造物の耐久性に非常な悪影響を及ぼすものであるから、必ず本項の注意に従つて手直しをしなければならぬ。型枠除去後直ちに手直しをすれば、作業も容易であり且つ有効である。

(3) に就いて

普通に鉄筋コンクリート工事に使用される配合及び水量のコンクリートの上面には、一般に水が出て来る。上面に過剰の水が出ない様に、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、レイタンスが出来たり、又、表面に細かい龜裂を生じたりする惧れがある。

金鏝で仕上げた面は、龜裂を生じ易いから、特別の場合の外は、木鏝を用ひるのが適當である。

過度の鏝仕上げをすると、材料の分離に因り表面にセメント糊が集まつて収縮龜裂の發生の惧れが大となるのみならず、コンクリート表面にレイタンスが出来て、

コンクリート表面の磨耗に対する抵抗力を減ずる惧れもある。故に過度の鍍仕上げを行はない様注意することが、極めて大切である。

(4) に就いて

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) に就いて

モルタル仕上げをする場合には、モルタルがよく附着するために、コンクリートを打ち終つてから、なるべ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、十分濕すこと、セメント糊を薄く塗つて直ちにモルタル仕上げを行ふこと等が大切である。セメント糊を厚く塗ることは、却つて、モルタル剝脱の原因となる惧れがある。

第 14 章 試 験

第 68 條 現 場 試 験

コンクリート工事中は、責任技術者の指示に従ひ、其の品質を確むるため骨材試験、流動性試験及び壓縮強度試験を行ふべし。試験は夫々附録に規定せる標準試験方法に依るべし。

試験に不合格なる場合には、其の處置に就き責任技術者の指示を受くべし。

解 説

大工事に於ては、工事中、骨材試験、コンクリートの流動性試験及び壓縮強度試験等を行ふのを原則とする。唯、小工事に於ては、之等の試験を省略することもある。

責任技術者は、試験を行ふ程度、其の他に就いて、指示する必要がある。

骨材試験は、仕方書、又は、責任技術者の指示に依つて規定された骨材が使用されて居るか否かを知るために必要である。

流動性試験は、規定の水量が使用されて居るかを検するため、及び現場に於けるコンクリートのウォーカービリチー調節のために、必要である。

第 4 條に、構造物の各部分は材齡 28 日に於けるコンクリートの壓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した鉄筋コンクリート構造物に用ひるコンクリートは、設計の基準とした壓縮強度を有するものでなければならぬ

い。而して、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ことは、施工が満足に行はれて居るか否かを検するために極めて必要なことで、之は、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、架設して居ると同様で、誠に危険なことである。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。試験に不合格な場合の處置に就いては之を一般的に規定することが出来ないから、責任技術者の考へに従ふべきことにしたのである。

第 69 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打込み後 45 日以上経過するにあら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過すべからず。
- (3) 構造物の最大撓みは試験荷重を 24 時間以上載荷したる後、残留撓みは荷重を除きて 24 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、残留撓みは最大撓みの 20% 以下たることを要す。

解 説

(1) に就いて

載荷試験は、從來なかつた新しい設計方法に依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言ふ様な施工中に起つた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、特に必要を認めたときに、之を行ふのが普通である。

(2) に就いて

載荷試験の主な目的は、多く、(1) に述べた様なものであるから、過早に大きい荷重を加へて、此の試験のために、却つて構造物に弱點を作る様なことのない様にしなければならない。それで、コンクリートが十分硬化するに必要な時日を與へるために、コンクリートを打ち終へた後 45 日以上、又、過大な荷重を與へない様に、

設計荷重までの載荷に依つて、試験を行ふべきことを規定したのである。

(3) に就いて

コンクリートに載荷して置くと、荷重が増加しないでも、時日がたつと其の變形が増加する。故に鉄筋コンクリート構造物に荷重を加へたときも、其の變形は時日の経過に伴つて増加するし、又、荷重を取り去つたとき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 24 時間以上たてば、普通の場合に、試験の目的を達することが出来る最大變形が得られるから、最大撓みを測るのは試験荷重を加へて 24 時間以上を経過した後にするを規定したのである。又、弾性變形に戻るにも相當な時間がかかるから、残留變形を測るには荷重を除いた後同じく 24 時間以上経過したときにすべしと規定したのである。

コンクリートは、比較的小さい應力度を受けたときでも、残留變形を生ずるものであるから、鉄筋コンクリート構造物の載荷試験に於ては、幾らかの残留變形を生ずるのが普通である。然し、最大試験荷重が設計荷重であれば、コンクリート及び鋼に於ける最大應力度は、許容應力度以下である。許容應力度の附近では、鋼もコンクリートもまだ十分弾性的であるべき筈であるから、残留變形が最大撓みの 20 % 以上もあると云ふことは、構造上の缺點のあることを示すものと考へることが出来るのである。尙、上記の数値は各國の標準示方書等を参照して、決めたものである。試験に不合格となつた場合の處置に就いては、前條同様、責任技術者の指示に従はなければならない。

第 15 章 荷重及び温度變化

第 70 條 靜荷重及び動荷重

(1) 構造物に對する鉛直及び水平の荷重並びに動荷重の衝撃は、特に規定あるものは之に依るべし。

動荷重の衝撃に關し特に規定なき場合にも、第 17 章に規定する許容應力度に依りて構造物を設計する場合には、衝撃を考慮すべし。

(2) 地震の加速度は水平 0.2g、鉛直 0.1g を標準とすべし。但し地方的狀況及び構造物の性質等を考慮して、之を増減することを得。

前記の加速度は靜荷重に對してのみ働くものとす。

解 説

(1) に就いて

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度を變ずる様な方法もあるが、本示方書では、動荷重に因る應力に衝撃の影響をも加算して、全動荷重應力を求め、之に靜荷重に因る應力を加へ合せ、之に對し、第 17 章に與へた許容應力度を、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、鐵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。唯、鐵筋コンクリート構造は、鋼構造の場合に比して靜荷重が大きいから、衝撃の影響が鋼構造物の場合よりも小さいことだけが想像出来る。實際使用すべき衝撃係数の適當なる値は、構造物の種類其の他の條件に依つて變化するものであるから、鉛直及び、水平荷重と同様、鐵道省、内務省、建築條例等で規定された處に従ふこととし、準據すべき規定のない場合には、設計者の判斷に依ることにしたのである。

(2) に就いて

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言ふことは、結局設計者の判斷に依る外はない。本項に示した値は、今日、日本で多く用ひられて居る極く大體の標準値である。構造物が全動荷重を受けて居るときに、大きい地震が起るといふ様なことは極めて稀な場合であるし、又其の他の理由から、地震の加速度は靜荷重に對してのみ働く場合を考へればよいことにした。尙、地震力を考慮した場合の許容應力度は、然らざる場合の、1.5 倍まで増大し得ることにしてある（第 77 條參照）。

第 71 條 溫度變化及び硬化收縮

(1) 構造物に對し溫度變化の影響を考慮する必要がある場合には、最高最低の溫度差は 30°C とし、溫度の昇降は各々 15°C を標準とす。厚さ 70 cm 以上の構造部分に對しては、前記の値を夫々 20°C 及び 10°C となすことを得。但し地方的狀況に應じ前記の標準を相當増大すべし。

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

(3) コンクリート及び鐵筋の膨脹係數は 1°C に付き $10/1\,000\,000$ とす。

解 説

(1) に就いて

構造物に対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言ふことは、地方的状況、コンクリート施工の時期等に依るもので、各個の場合に就いて設計者が判定すべき事柄であるが、極く大體に就いて言へば、我國內地に於ては、本項で規定した數値を標準とすれば安全である。然し、厚さが 70 cm 以上もある様な大きい構造部分に対しては、コンクリートが熱の不良導體であるために、全體としては、標準値ほどの温度変化が起らない場合も多い。だから、此の場合に対しては、標準數値よりも幾分小さく採つてよいことにしたのである。

(2) に就いて

コンクリートは空氣中で硬化するとき收縮するものであつて、普通の構造物に於けるコンクリート部材の状態に於ては、實驗の結果に依ると、最初の 1 年間に 1 m に付き 0.2~0.4 mm 位、平均 0.3 mm 位の收縮をするものと考へることが出来る。之がために、鉄筋コンクリート部材は變形し、鉄筋には壓縮應力、コンクリートには引張應力を生ずる。之が鉄筋コンクリート部材の固有元應力と稱せられるものである。鉄筋コンクリート部材が、例へば單純梁の様な靜定構造で、自由に此の變形を爲し得るものであれば、構造物全體としては此の固有元應力のために元應力を生ずることがない。然し、部材が自由に變形をなし得ない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場合には、部材が自由に變形し得ないために、構造物自體に元應力を生ずるものである。之を固有元應力と區別して、構造物全體としての元應力と稱する。

本項は、構造物全體としての此の元應力を計算する場合に適用されるものである。不靜定構造物に於ける構造物全體としての元應力は、固有元應力に因る鉄筋コンクリート部材の變形を、温度の變化に因る變形に換算し、構造物が之丈の温度の變化を受けたものとして、之を計算するのが普通である。

固有元應力に因る部材の變形は、鉄筋全断面の圓心がコンクリート断面の圓心と合致するとき、部材の軸方向のみに起るが、然らざるときには、部材の軸方向の變形の外に、曲げ變形を生ずる。軸方向の變形は、部材が全體として t なる温度變化を受けるときに相當し、曲げ變形は部材の上下側に於て Δt なる温度の差を有する等變の温度變化を受ける場合に相當する。

コンクリートの硬化中に生ずる収縮を長さ 1 m に付き 0.3 mm とし、鉄筋量がコンクリート断面の 1~1.5% 位のときに就いて計算してみると、 t_0 は 25°C 位、 Δt は鉄筋の配置に依つて 0°~15°C 位に相當する。然し、此の計算は相當の假定を含むので、實際に於ては種々の事情のために、斯くの如き温度變化に相當する變形が生ずるものではない様である。それで、獨逸の標準示方書には、 t_0 を温度低下 15°C に採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ために、鉄筋断面積の圖心を成可くコンクリート断面の圖心に合致する様に設計する。然れば、 Δt は零に近くなる。本示方書には Δt に就いての標準が示してないから、設計者の判断に依り適當に決定する必要がある。

(3) に就いて

コンクリートの温度に対する膨脹係數は一定のものではなく、種々の事情に依つて變化するものであるが、平均 100 萬分の 10 に採つてよいこと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ことが、一般に認められて居る。

それで、鉄筋の膨脹係數をコンクリートの膨脹係數 100 萬分の 10 に等しく採ることにして居るのである。

第 16 章 計算上の假定

第 72 條 應力の計算

曲げ應力或は曲げ應力と軸方向應力との合應力の計算に於ては、コンクリートの引張應力を無視し、且つ歪み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

鉄筋コンクリートは性質の異なつて居る鉄筋及び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したものである。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までの間に於て、之に加へられる荷重の大きさに依つて、著しく異なるものである。

それで、小さい荷重を受けた場合、鉄筋及びコンクリートに生じて居る應力度の

眞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、鉄筋及びコンクリートに生ずる眞の應力度を求めるのに適當しない。又、反對に、破壊荷重又は之に近い荷重を受けた場合に生ずる應力度の眞値を與へる様な計算方法は、普通、實際に加へられる荷重によつて生ずる應力度の眞値を與へない。

鉄筋コンクリート部材の設計に際し、其の斷面を算定するために行ふ計算の目的は、其の部材をして、破壊に對して必要な安全度を有せしめることにある。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應力状態を基とした計算方法を採用し、適當な安全率を選んで、部材に加へられる許容荷重を定めるのが便利である。

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、十分安全な斷面を算定するためと、設計の安全程度を檢算するためとに使用すべき計算方法である。従つて部材が比較的小さい荷重を受けるときの應力度は、本示方書の計算方法に依つて得られる値と可成り異なる場合があるのである。

鉄筋コンクリート梁の試験の結果に依ると、引張主鉄筋に於ける引張應力度が大約 350 kg/cm^2 に達すると、引張側のコンクリートに龜裂を生ずる。鐵筋に於ける引張應力度が普通の許容應力度に達するとき、此の龜裂は殆んど中立軸近くに達するものである。更に鐵筋の引張應力度が大になつて、鐵筋の彈性限度を超過すれば、梁は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、鉄筋コンクリート梁が十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應力を無視し、曲げ引張應力は總て鐵筋で受けると考へるのが適當である。斯くすれば、必要な鐵筋の量を定めるのに便利であり、又、梁が鐵筋に生ずる引張應力に因つて破壊する場合に對する安全度を、信頼し得べき程度に求めることが出來、且つ計算も至極簡單になる。それで、前述の如き計算の目的に對し、曲げ應力、又は曲げ應力と軸方向應力との合應力の計算に於ては、コンクリートの引張應力を無視することが世界一般に行はれて居るのである。

維歪みが斷面の中立軸からの距離に比例すると云ふ假定は、梁斷面に生ずる應力を簡單に計算するために、一般に採用されて居る假定であるから、茲に特に説明する必要はなからう。

第 73 條 ヤング係数

(1) 断面の決定又は應力算出に於ては、鉄筋及びコンクリートのヤング係数は夫々 $E_s=2\,100\,000\text{ kg/cm}^2$ 、 $E_c=140\,000\text{ kg/cm}^2$ とす ($n=15$)。

(2) 不静定力又は弾性変形の計算に於ては、コンクリートのヤング係数は $E_c=210\,000\text{ kg/cm}^2$ とす ($n=10$)。

解 説

(1) に就いて

本示方書の計算方法は、鉄筋とコンクリートとが十分に附着し、両者は等量の變形をなすものとの假定から出立して居る。従つて、設計及び施工に於て、此の假定が成立する様、努力しなければならない。

材料のヤング係数は、直接應力度と之に相當する歪度との比であるから、鉄筋とコンクリートとが等量の變形をなすものと假定すれば、兩者に於ける應力度の比は兩者のヤング係数の比に等しい。

鉄筋のヤング係数を $2\,100\,000\text{ kg/cm}^2$ に採ることに就いては、説明を要しない。コンクリートのヤング係数は鋼のヤング係数の様に常數でない。元來、コンクリートの應力歪圖は、殆んど初めから曲線をなし、又、コンクリートは比較的小さい應力度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ヤング係数を求めることが出来ない。従つて、コンクリートのヤング係数に就いて確定された定義もない。鉄筋コンクリートの計算に於ては、鉄筋とコンクリートが等量の變形を生じたときに於ける應力度の比を知るために、コンクリートのヤング係数が入用なのであるから、此の目的を達する様に選んだ數値を、コンクリートのヤング係数と考へるのが、便利である。コンクリートのヤング係数を以上の様に考へても、其の數値は、同一コンクリートに於てさへ、應力度の大小及び材齡等に依つて異なり、又、材料、配合、水量等に依つても異なるものである。故に理論正しい計算をするためには、各種のコンクリート及び應力状態に對するコンクリートのヤング係数を知ることが必要である。之は今日の處では、實際上不可能のことである。それで、鉄筋コンクリートの梁に就いて、本示方書の様な計算方法に依つて計算した中立軸の位置と、實驗で測定し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、コンクリートのヤング係数を何程にとればよいかを求めため、澤山の實驗が行はれた。其の結果、断面の決定又は部材の安全度を檢するための應力度の計算に對しては、コンクリートのヤング係数を $140\,000\text{ kg/cm}^2$ に採ること、即ち鐵

筋とコンクリートとのヤング係数の比を 15 に採るのが實際上便利で、適當であることが廣く認められるに至つた。尙、 n の値の少しの變化は、實際上、計算の結果に餘り大きい影響を及ぼさないから、不備の點は許容應力度を選ぶ際の安全率で覆ふこととし、計算の容易であることを主眼とし、本項の規定が出来たのである。然し、コンクリートのヤング係数は、配合、水量、材齡等に依つて異なるものであるから、せめて、コンクリートの壓縮強度に應じてヤング係数の値、從つて n の値を變へてはどうかと言ふことも考へられるが、理論上は兎に角、實際上之がどれだけ有效であるかと云ふことは疑問であるから、本示方書では之を考慮しないのである。

本條に依つて、コンクリートのヤング係数が定數であるとすれば、之と第 72 條の維歪度は中立軸からの距離に比例すると言ふ假定とに依つて、維應力度は中立軸からの距離に比例すると云ふ、一般に用ひられて居る應力度分布の假定が生れて来る。

(2) に就いて

鉄筋コンクリート部材の斷面の算定、又は部材が何程の安全度を有するやを知るための應力度計算に於ては、(1) に述べた様に、部材の破壊に近い状態を基とすべきであるから、之に適應する様なコンクリートのヤング係数の値が選ばれたのである。然し、不靜定力若しくは彈性變形の計算に於ては、部材の破壊又は破壊に近い状態を基とせず、部材に許容應力度近くの應力度が働く場合を基準とするのが適當である。實驗の結果に依ると、(1) に述べた意味に於けるコンクリートのヤング係数は、コンクリートの普通の許容應力度に近い應力度に對して、配合及び材齡に依り、 $170\,000 \sim 250\,000 \text{ kg/cm}^2$ 、平均 $210\,000 \text{ kg/cm}^2$ 位である。それで、不靜定力若しくは彈性變形の計算に於ては、コンクリートのヤング係数を $210\,000 \text{ kg/cm}^2$ 、從つて $n=10$ に採ることが最も廣く行はれて居るので、本示方書も之に從つて居るのである。

第 74 條 集中荷重の分布

(1) 床版上の集中荷重は、土置層を通じて圖-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。床版に相當の配力鐵筋(第 79 條参照)を使用したる場合には、其の有效幅を次の如く假定することを得。

(イ) 車輛の進行方向が床版の主鐵筋に平行なる場合

$$e \leq 0.7l + b$$

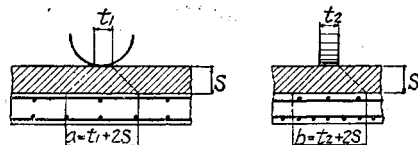


圖-1.

$$\leq 200 + b$$

$$\leq l_1$$

(ロ) 車輛の進行方向が床版の主鐵筋に直角なる場合

$$e \leq 0.7l + a$$

$$\leq 200 + a$$

$$\leq l_1$$

茲に 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)

e : 床版の有効幅 (cm) l : 床版のスパン (cm)

l_1 : 床版の幅 (cm) s : 上置層の厚さ (cm)

t_1 : 輪帶接觸長 (cm) t_2 : 輪帶幅 (cm)

t_1 は自動車又は輾壓機の輪荷重に於ては 20 cm と採ることを得。

(2) 軌道上の輪荷重は、圖-2 に示す如くに分布する等分布荷重と假定することを得。

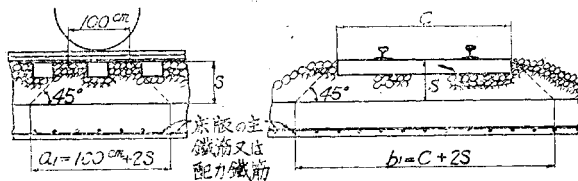


圖-2.

解 説

本條は土木學會の鐵筋コンクリート標準示方書制定當時に於ける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あつて、それ以後道路構造令に關する細則は改正された。

即ち圖-1 に示してある、床版上の上置層を通じての集中荷重の分布は、昭和 14 年 9 月内務省土木局の鐵道路橋設計示方書の第 8 圖に示してある集中荷重の分布と異なつて居る。即ち第 8 圖に於ては、集中荷重が、床版の厚さの $\frac{1}{2}$ の深さまで分布することにしてある。

從來、圖-1 の様に集中荷重が分布すると假定して居つたのを、第 8 圖の様に規定した力學上の根據が明瞭でないし、鐵筋コンクリート版は、丁形梁の突縁とし

ての應力をも受けるものであるから、第 8 圖の様に假定して、少しではあるが、安全度を減ずることを欲しないのと、計算の便利とのために、第 8 圖の分布を標準としないのである。依つて、鋼橋に於ける鉄筋コンクリート床版は第 8 圖に従つて設計することになるが、鉄筋コンクリート道路橋示方書が制定されるまで、鉄筋コンクリート橋の床版は、圖-1 に従つて設計するのが適當であると考へられる。

第 17 章 許 容 應 力 度

第 75 條 コンクリートの許容應力度

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

$$\text{許容軸方向壓縮應力度 } \sigma_{ca} = \frac{\sigma_{28}}{4} \dots\dots\dots (1)$$

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

許容曲げ壓縮應力度 (軸方向應力を伴ふ場合も含む)

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

但し σ_{28} が如何に大なる場合と雖も σ_{ci} は 70 kg/cm^2 を超過すべからず。

$$\text{許容剪斷應力度 } \tau_a = 4.5 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{許容附着應力度 } \tau_{oa} = 5.5 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots (4)$$

(2) コンクリートの支壓應力度は、次の許容應力度を超過すべからず。

$$\text{許容支壓應力度 } \sigma_{ca} = \frac{\sigma_{28}}{3.5} \dots\dots\dots (5)$$

但し σ_{28} が如何に大なる場合と雖も σ_{ca} は 60 kg/cm^2 を超過すべからず。

特に支承面に螺旋狀の鐵筋其の他を挿入して支壓強度を高めたる場合には、 σ_{ca} を 70 kg/cm^2 まで高むることを得。

支承の表面積 A が支壓力を受くる面積 A' より大なる場合には、其の許容支壓應力度 σ_{ca}' は次式に依ることを得 (圖-3 参照)。

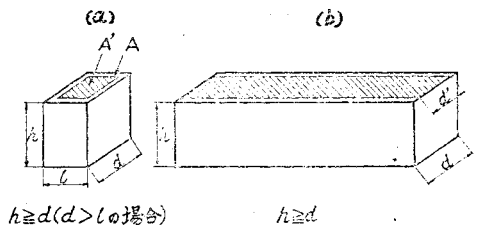


圖 3.

(a) の場合

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

(b) の場合

$$\sigma_{ca'} = \sigma_{ca} \sqrt[3]{\frac{d}{d'}} \dots \dots \dots (7)$$

但し $\sigma_{ca'}$ は 120 kg/cm² を超過すべからず。

解 説

(1) に就いて

第 70 條に特に明記してある様に、本章に與へられて居る許容應力度を用ひるには、動荷重に因る應力に對しては、衝撃の影響をも加算して、全動荷重應力を出して置くことが必要である。

本章に規定した許容應力度は、本示方書に示してある計算の方法、設計細目及び施工法に従つて造られた鉄筋コンクリートのみに適用し得るもので、本示方書と異なつた假定に依る計算方法又は施工方法を用ひる場合に、此の許容應力度が適當であるや否やは別問題である。即ち、本章に與へてある許容應力度と、本示方書の他の條項とは密接なる關係を有するものである事に就き、特に注意を要する。

第 4 條の解説で理由を述べてあるが、コンクリートの許容軸方向壓縮應力度、曲げ壓縮強度（軸方向應力を伴ふ場合も含む）及び支壓應力度は、材齡 28 日に於ける壓縮強度 σ_{cs} を基準として與へてある。使用すべきコンクリートの壓縮強度を試験することが出来ない場合には、第 25 條表-3 のセメント水重量比と壓縮強度との關係に依つて、壓縮強度 σ_{cs} を評價してもよい。

許容軸方向壓縮應力度に就いて

軸方向壓縮應力を生ずる鉄筋コンクリート柱は、第 94 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きい。又、帯鐵筋柱に於ては、破壊が急激に起るから、破壊に於ける危険の度が大きい。尙、柱の破壊は構造物全部の破壊を惹起する様な場合も少くない。之等のことを考へると、柱に對しては版、梁などに於けるよりも安全率を大きく採ることが必要である。即ち、許容軸方向壓縮應力度は許容曲げ壓縮應力度よりも小さく採るのが適當である。

許容軸方向壓縮應力度を壓縮強度の何分の一に採るのが適當であるかと言ふことは、實驗の結果を基として判斷するより仕方ない。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、十分安全な値として $\frac{1}{4}$ を選んだのである。

従来行はれた試験の結果に依ると、コンクリートが壓挫を生ずることなしに、無限に繰返して加へ得る壓縮應力度、即ち所謂コンクリートの弾性限度は、壓縮強度の 50% 乃至 60% である。之を 50% と假定すれば、許容軸方向壓縮應力度を壓縮強度の $\frac{1}{4}$ に採ることは、コンクリートの弾性限度に對して安全率 2 を有せしめることになる。

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其他に因る缺點を考へると、餘り大きい許容應力度を許すことは危険である。だから、最大を 55 kg/cm^2 としたのである。

許容曲げ壓縮應力度に就いて

梁に於ける實驗の結果に依ると、コンクリートの曲げ壓縮應力度に對する強度は、コンクリートが正立方體として有する壓縮強度に十分達し得るものである。コンクリートの壓縮強度を試験するために用ひる標準供試體は、直径の 2 倍の高さを有する圓碁である。此の圓碁供試體を用ひるとききのコンクリートの壓縮強度は、立方供試體を用ひるとききの同一コンクリートの壓縮強度の約 80% である。故に、梁に於ては、標準供試體で試験したコンクリートの壓縮強度の約 125% の壓縮強度を發揮し得る譯である。依つて、コンクリートの弾性限度に對する安全率を 2 に採れば圓碁供試體で示される壓縮強度の $\frac{50}{2} \times 1.25 = 31\%$ まで利用し得る譯である。それで、 σ_{28} の $\frac{1}{3}$ を許容曲げ壓縮應力度に選べば十分安全なのである。

尙、梁に於て、曲げモーメントに因つて生ずるコンクリートの應力度が其の壓縮強度に近い状態に於ては、コンクリートのヤング係数が一定であると云ふ第 73 條の假定が甚だ事實に合はないものとなる。實驗の結果に依ると、コンクリートのヤング係数を常數、且つ維至度は中立軸からの距離に比例すると假定する本示方書の應力計算方法で求めた曲げ壓縮應力度は、實際に起つて居る値の大約 40% 位も大きく出る。故に、安全率 2 を採つて、許容曲げ壓縮應力度を定めれば、梁がコンクリートの壓挫に因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 に採ると、 σ_{28} が 210 kg/cm^2 を超過した場合には、 70 kg/cm^2 以上の許容應力度を使用し得る譯であるけれども、許容軸方向壓縮應力度の場合と同様に、餘り大きい許容應力度を許すことは、今日の状態では未だ不安であるから、 σ_{28} が如何に大きい場合でも 70 kg/cm^2 を超過してはならないと規定してあるのである。

曲げ壓縮應力が軸方向壓縮應力を伴ふ場合にも、コンクリートに生ずる緣壓縮應力度に對する許容壓縮應力度は、曲げ壓縮應力度に對するものを用ひて安全であること

が、実験の結果から証明されて居る。故に、軸方向壓縮應力を伴ふ場合にも、曲げ壓縮應力に對する許容應力度を使用してよいことにしてあるのである。

許容剪斷應力度に就いて

第 90 條の解説に述べてある様に、本條で言ふ剪斷應力度は、梁に於ける斜引張應力度を測る手段として、第 90 條の (8) 式に依りて計算した剪斷應力度を意味するもので、押貫剪斷應力度を意味するものでない。

許容剪斷應力度も、許容軸方向壓縮應力度及び許容曲げ壓縮應力度の場合の様に、 σ_{23} 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、以上に述べた様に、此の剪斷應力度は斜引張應力度を測る手段として用ひられるもので、之は、コンクリートの壓縮強度のみならず、コンクリートの引張強度、梁の引張主鐵筋に於ける引張應力度、引張鐵筋端の碇着の程度、腹鐵筋の有無等に依つて異なるもので、單に σ_{23} の分數として定むべき適當な安全率がよくわかつて居ない。それで、許容剪斷應力度は壓縮強度の分數で示さず、單に實驗の結果から、十分安全であると考へられる數値を規定してあるのである。

腹鐵筋を有しない梁に於ける斜引張應力度を、第 90 條の (8) 式で計算した剪斷應力度で測るときに、其の値が大約 12 kg/cm^2 乃至 16 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、斜引張應力に因る梁の破壊は急激に起る傾向があるから、安全率を大きく採る必要がある。

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斷應力度の値 12 kg/cm^2 乃至 16 kg/cm^2 に對して、安全率を 3 にとれば、許容剪斷應力度として 4.5 kg/cm^2 と言ふ數字が得られる。獨逸の標準示方書 (1932) には許容剪斷應力度を普通のポルトランドセメントを使用する場合に 4 kg/cm^2 、高級セメントを使用する場合に 5.5 kg/cm^2 とすべきことが規定してある。現今、日本で製造されて居る一流のセメントは、獨逸の高級セメントに近いものであるから、 4.5 kg/cm^2 は十分安全な數値と考へられる。然し、二流以下のセメントを使用する場合には 4 kg/cm^2 位を用ひるのが安全である。但し、第 80 條 (3) に、梁には常に肋鐵筋を配置すべきことが規定してあるから、梁に於ては 4 kg/cm^2 を採つても、 4.5 kg/cm^2 を採つても、實際は大差がないことになる。

押貫剪斷應力に對しては、許容應力度が與へてないが、普通の場合 8 kg/cm^2 位が適當な値である。

許容附着應力度に就いて

従来梁に就いて行はれた多くの実験の結果に依ると、引張主鉄筋に於ける附着應力度は鉄筋端を曲げて碇着しないとき、鉄筋端の滑動初めに於て大約 15 kg/cm^2 位と考へることが出来る。附着強度の不足のために梁が破壊することは面白くないから、許容附着應力度は滑動初めに於ける附着應力度に對して少くとも 3 の安全率を採る必要がある。然れば、鉄筋の端を鈎形に曲げないときの許容附着應力度は、大約 5 kg/cm^2 以下と云ふことになる。

引張鉄筋の端は一般に、半圓形の鈎に曲げて、壓縮部のコンクリートに碇着される。斯く鉄筋の端を碇着したとき、之が附着應力に及ぼす影響は今日の處までよくわかつて居ないが、実験の結果に依ると、第 78 條 (1) に規定してある様に、引張鉄筋の端に半圓形の鈎を附けて、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、端を斯く碇着する影響を考慮して、許容附着應力度を 5.5 kg/cm^2 まで許すことにしてあるのである。

(3) に就いて

支壓應力に對しては、柱に對する軸方向壓縮應力度の場合よりも、幾分安全率を減じてよい。それで、軸方向壓縮應力度に對する安全率 4 の代りに 3.5 を用ひ、 55 kg/cm^2 と云ふ制限の代りに 60 kg/cm^2 としてあるのである。

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、コンクリートの支壓強度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 70 kg/cm^2 まで許容支壓應力度を高めてよいのである。

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

(6) 式及び (7) 式は C. Bach 教授の研究を基として定めたもので、各國の標準示方書にも採用されて居る。 120 kg/cm^2 と云ふ數値は、獨逸の標準示方書も採用して居る。

第 76 條 鉄筋の許容應力度

- (1) 鉄筋の應力度は次の許容應力度を超過すべからず。

$$\text{許容引張應力度 } \sigma_{sa} = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{許容壓縮應力度 } \sigma_{sa}' = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

- (2) 特殊鋼材の許容應力度は、責任技術者の承認を得たる場合に限り前項に依

らざることを得。

解 説

許容引張應力度に就いて

鉄筋コンクリート梁の試験の結果に依れば、鉄筋に於ける引張應力度が降伏點に達した後、更に荷重を増加すると、梁の變形は急激に増加し、其の引張側に大きな龜裂を生ずるものである。而して、鉄筋の引張應力度が降伏點を超過した後に増加し得る荷重の大きさは、コンクリートの強度、荷重の位置、腹鉄筋の配置等に依つて異なるが、一般に小さいもので、考慮に入れないのが安全である。故に、鉄筋の降伏點は梁の彈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。依つて、鉄筋の許容引張應力度は鉄筋の降伏點を基として選定すべきことになる。第 17 條に依り、鉄筋として使用し得べき鋼の引張強度は、 4100 kg/cm^2 以上であるから、鉄筋の降伏點を極限強度の 70% と假定し、鉄筋の許容引張應力度を降伏點の $\frac{1}{2}$ に採れば、 1435 kg/cm^2 以上となり、梁の彈性限度に對する安全率は 2、梁の極限強度に對する安全率は 2 以上となる。

鉄筋の許容引張應力度を定めるには、鉄筋の變形に就いても考へる必要がある。鋼は其の引張強度に關係なく、殆んど一定のヤング係数を有するから、許容引張應力度を大きく採れば、之に對する變形が大きくなり、梁の引張側に於て初期の龜裂を生ずる程度が大きくなる。而して、初期の龜裂は梁の斜引張應力に對する強度に大きい關係を有するものであるから、此の點から言ふと、餘り大きい許容引張應力度を許すことは安全でないので、 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應力度であると認められるのである。

依つて、鉄筋に於ける許容引張應力度は鋼の降伏點強度の $\frac{1}{2}$ 、即ち約 1400 kg/cm^2 又は 1200 kg/cm^2 を超過しない様に定めるのが適當だと言ふことになる。

近來、建築物に於ては、鋼材節約の見地から、鉄筋の許容引張應力度を 1400 kg/cm^2 に採ることが許されて居る。然し、鋼材の供給が現今頗る窮屈である關係から、鉄筋用鋼材の材質が多少低下して居る傾向にあるのみならず、鉄筋の許容應力度を高めるには、之に相當するだけ、コンクリートの品質もよいものを使用する必要があるが、セメントの性質も一般に低下して居る現状であるから、此の際、從來 1200 kg/cm^2 であつたのを、 1400 kg/cm^2 に高めることは、頗る不安であると言ふ論も肯定される。それで、昭和 15 年の改正に於ては、鉄筋の許容引張應力度を從來の通り、 1200 kg/cm^2 にしてあるのである。

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就いて論じたのであるが、腹鉄筋の設計に於ても、此の許容引張應力度を使用し得るのである。腹鉄筋は、梁の斜引張應力に對して挿入する鉄筋で、第 90 條 (2) に、版及び梁に於て剪斷應力度が 4.5 kg/cm^2 を超過したるときは、スパンの其の側の全剪斷應力を腹鉄筋(肋鉄筋又は折曲鉄筋若しくは兩者の併用)にて負擔せしむべしと規定してあり、此の剪斷應力度は斜引張應力度を測る手段として用ひらるゝもので、之が 4.5 kg/cm^2 を超過したときには、斜引張應力に對するコンクリートの抵抗力を無視し、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えて、斜引張應力に對し腹鉄筋を配置するのである。故に、腹鉄筋の許容引張應力度は引張主鉄筋と同一のものを用ひてよいのである。

コンクリートの斜引張應力に對する抵抗を考慮に入れ、腹鉄筋の許容應力を減ずると言ふ方法もあるが、簡單と統一を得るために、本示方書では此の方法を採用しないのである。

許容壓縮應力度に就いて

鋼の壓縮強度は引張強度に劣らないから、本示方書の條項に従つて設計施工した鉄筋コンクリート部材に於ては、壓縮應力に對しても、引張應力に對すると等しい許容應力度 1200 kg/cm^2 を許し得る譯である。然し、實際問題としては、第 75 條にコンクリートの許容壓縮應力度は最高 70 kg/cm^2 に規定されて居り、第 73 條 (1) に鉄筋とコンクリートとのヤング係數比 n は、15 に採ることに規定してあるから、壓縮鉄筋に於ける最大の壓縮應力度は、計算上は、 $70 \times 15 = 1050 \text{ kg/cm}^2$ である。

(2) に就いて

第 17 條 (2) に、責任技術者の承認を得た場合は、特殊の鋼材の使用が許してある。特殊の鋼材を使用する理由は、色々、あらうが、主な目的の 1 つは、鋼の高強度を利用して、高い許容引張應力度を用ひることにある。高強度の鋼と、之に相當する高強度のコンクリートを使用する場合には、鉄筋の許容引張應力度を 1500 kg/cm^2 に採ることを許した、外國の示方書もある。

然し、高強度の鋼を使用すれば、直ちに、高い許容應力度を採用し得るものと考えてはならない。高い許容應力度を許すためには、責任技術者は、特に、コンクリートの品質、鉄筋の加工及び配置に關する細目、コンクリートの龜裂に對する手當方法等を指示しなければならない。

第 77 条 地震力を考慮したる場合の許容応力度

地震の影響を考慮したる場合には、第 75 条及び第 76 条に規定せる許容応力度を 1.5 倍まで増大することを得。

解 説

地震の影響を考慮するときに、標準とすべき地震の加速度は第 70 条 (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ときにも、計算された応力度が、前 2 条に示された許容応力度以下である様にすれば、最も安全であることは明白である。然し大きい地震は、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 2 条同様の安全度を有する様に構造を設計して置くことは、經濟上許されない場合も多い。又、地震の影響を考慮するときにも、普通の荷重に對すると同じ許容応力度を使用すべきことにすると、鉄筋コンクリート部材の断面が大きくなり、従つて死荷重が増加し、一層地震の影響を大ならしめることも起り得る。地震のために鉄筋コンクリート部材に生ずる応力度を計算する目的は、主として之が破壊しないか否かを檢算することにあるのであるから、平常加はる荷重に對するよりも、小さい安全率を採つてよい譯である。普通の荷重に對して十分安全に設計された構造物に於て、地震の影響を考へるときに、許容応力度が普通の荷重に對するものの約 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り、又、從來地震の經驗に依つても、破壊に對し安全であることが解つて居る。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 78 条 設 計 細 目

- (1) 一般に、引張鐵筋は、其の端に半圓形の鈎を附し、コンクリート壓縮部に於

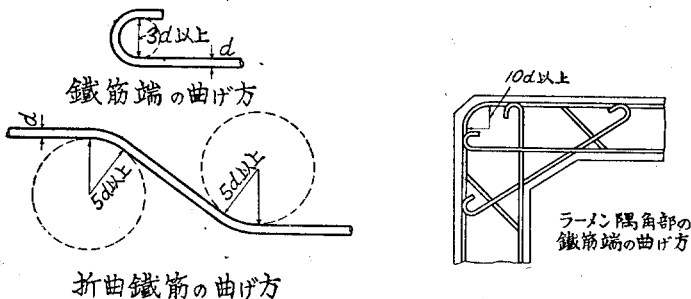


圖-4.

て碇着すべし。

(2) 鉄筋の曲げ方は第 46 條に依るべし (圖-4 参照)。

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

(4) 鉄筋の継手は第 48 條に依るべし。

(5) 被りは第 57 條乃至第 59 條に依るべし。

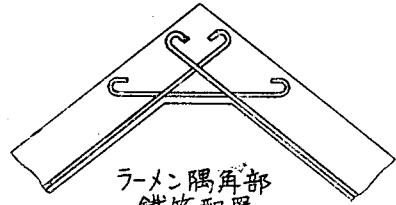


圖 5.

解 説

(1) に就いて

引張鉄筋の端に半圓形の鈎を付け、コンクリートの壓縮部に碇着することは、鉄筋とコンクリートとの附着強度を大ならしめ、従つて引張鉄筋の強さを十分に發揮させるために、甚だ大切である。然し、引張鉄筋の端がコンクリートの引張部で終るときには (例へば片持版などの場合)、其の端を直線の儘にし、附着強度に依つて、引張鉄筋に生ずる應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半圓形に曲げて碇着すると、コンクリートの引張部に於ける龜裂の發生を助長する惧れがあるからである。

(3) に就いて

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ときに、直線にならうとするから、凹角部のコンクリートが剝脱する惧れがある。故に、本項で示した通り、此の箇所には交叉する直線鉄筋を使用しなければならない。但し、コンクリート面が凹角でなく、アーチの場合の如く、曲面で漸次に變化して居り、且つ肋鉄筋に依つて十分引張鉄筋の移動が防げる様にしてある場合には此の必要がない。

第 19 章 版 及 び 梁

第 1 節 設 計 細 目

第 79 條 版

(1) 版の有効高さは次の大きさ以上とすべし。

(イ) 1 方向に主鉄筋を有する版に於ては

両端単純支承の場合	$\frac{1}{30}l$
連続版又は両端固定の場合	$\frac{1}{35}l$

茲に l : 版のスパン

(ロ) 2 方向に主鉄筋を有する版に於ては

4 邊単純支承の場合	$\frac{1}{40}l$
1 方向連続版又は 4 邊固定の場合	$\frac{1}{50}l$

茲に l : 版の短き方のスパン

長き方のスパンと短き方のスパンとの比が 1.5 以上のときは (イ) に依るべし。

(2) 版の厚さは 8 cm 以上とすべし。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最大曲げモーメントの断面に於て 15 cm 以下、又は版の有効高さの 1.5 倍以下とし、其の他の断面に於ても 30 cm を超過すべからず。

(4) 1 方向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。単位幅に於ける配力鉄筋断面積は其の部分に於ける引張主鉄筋の単位幅の断面積の $\frac{1}{4}$ 以上を使用し、其の間隔は断面有効高さの 4 倍以下とすべし。

薄き版に於ける配力鉄筋としては直径 8 mm の鉄筋を 1 m に付き少くとも 3 本、又は直径 8 mm 未滿の之と同断面積の鉄筋量を使用すべし。

解 説

(1) に就いて

版に餘り大きい撓みを生ぜしめない様にと云ふ實際上の考慮から、版の有効高さ とスパンとの関係が定められたのであるが、此の制限のために、版の厚さを増大し なければならない様な場合は稀である。

(2) に就いて

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 因る缺點が版の強度に大きい影響を及ぼすから、版の最小厚さを 8 cm と定めたの である。然し、狭い間隔の梁に載る屋根版、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 8 cm 以下にすることが出来る。

(3) に就いて

鉄筋とコンクリートとが単一體として働き得るためには、版に於ける鉄筋の間隔を餘り大きくしてはならないことは明白である。それで、實際上の考慮から最大曲げモーメントの断面に於て 15 cm 以下としてあるのである。尚、有効高さの非常に小さい版に於ては、15 cm では大き過ぎるから、有効高さの 1.5 倍以下と規定してある。又、最大曲げモーメントの以外の断面に於ても、主鉄筋の間隔は、30 cm 以下とするのが安全である。

(4) に就いて

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、且つ外力及び内力をなるべく平等に傳播させるために、普通、主鉄筋に直角の方向に、配力鉄筋を配置する必要がある。

試験の結果に依ると、版が集中荷重を受ける場合でも、引張主鉄筋量の $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{3}$ の配力鉄筋量を用ひれば、十分配力鉄筋使用の目的を達するものである。配力鉄筋の間隔も主鉄筋と同様に、餘り大きくしてはならないが、配力鉄筋の総断面積は主鉄筋の断面積よりも小さいから、其の間隔をあまり小さく規定すると、鉄筋の直径が小さ過ぎることになる實際上の困難がある。だから、断面有効高さの 4 倍まで許してある。

- ・ 薄き版に於ける配力鉄筋云々の薄き版と言ふのは、主として屋根版などの様に、温度變化をうけることが大きい薄い版を指すのである。

第 80 條 矩形梁及び丁形梁

(1) 梁に於て平行なる引張主鉄筋相互間の水平純間隔は 2.5 cm 以上にして、鉄筋直径の 1.5 倍以上を標準とすべし。但し鉄筋重ね合せの箇所には鉄筋直径の 1 倍まで之を縮少することを得。

主鉄筋の配列は支承上、其の他特別なる場合を除き 2 段を超過すべからず (圖-6 参照)。

(2) 梁に於ける引張主鉄筋の数の少くとも $\frac{1}{3}$ は、之を曲上げずして支點を越えしむべし。

(3) 肋鉄筋は引張主鉄筋に圍繞せしめ、

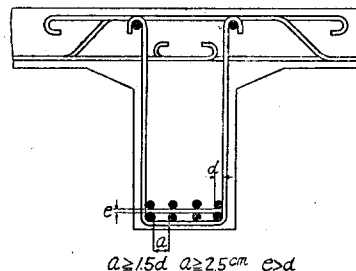


圖-6.

其の端を壓縮部コンクリートに碇着すべし。壓縮鐵筋をも有する場合には肋鐵筋を引張鐵筋及び壓縮鐵筋に圍繞せしむべし。梁には常に肋鐵筋を配置し、其の間隔は梁の有効高さの $\frac{1}{2}$ 又は梁の腹部の幅以下とすべし。但し計算上必要ならざる部分にては梁の有効高さまで増大することを得。肋鐵筋の直径は 6 mm 以上とすべし。

(4) 丁形梁の突縁の厚さは 8 cm 以上たるべし。

(5) 丁形梁に於て版の主鐵筋が梁に平行なる場合には、用心鐵筋として梁に直角に直径 8 mm の鐵筋を 1 m に付き少くとも 6 本、又は直径 8 mm 未滿の之と同斷面積の鐵筋量を版の上部に配置すべし。版の配力鐵筋にして版の上部にあるもの又は曲上げたるものは、此の用心鐵筋の一部として考慮することを得。

解 説

(1) に就いて

引張鐵筋をして十分な附着強度を發揮させるためには、鐵筋が相當の厚さのコンクリートで圍繞されなければならないことは明白である。此の目的に對して、引張鐵筋相互間の空きを何程にすべきかと言ふことの理論的計算は、今日の處、未だ出來て居ないが、概略の算定に依ると、水平方向に於て、少くとも、鐵筋の直径よりも大きい空きを有せしめることが必要である。それで、安全を採つて、鐵筋直径の 1.5 倍以上を標準とすべきことに規定してある。又、鐵筋の直径が小さくても、相互の空きが 2.5 cm 以下では、鐵筋の周りにコンクリートが十分行き互る様に施工することが困難である。尙、引張主鐵筋相互の空きが定まれば、第 13 條 (3) に依つて、使用すべき粗骨材の最大寸法が定まる。鐵筋重ね合せの箇所には、以上の規定に従ふことが困難の場合が多いから、鐵筋直径の 1 倍まで縮小することが許されて居る。

鐵筋を數段に配列すれば、水平方向の鐵筋の相互の空きを大きくすることは容易になるが、各段の鐵筋に於ける引張應力度に大きい差の出来るのは面白くない。だから、之を避けるために、普通 2 段を超過しないがよい。

2 段の配列をするときには、上段に於ては下段よりも、水平方向の空きをなるべく大きくし、上段のものは總て折曲鐵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 段の配列を用ひるときには、最下段の鐵筋は總て之を支承上に於て十分碇着せしめ、少くとも、引張鐵筋全斷面積の $\frac{1}{2}$ 丈けは、折曲鐵筋として梁の壓縮部に碇着するがよい。

鉛直方向に於ける引張主鐵筋相互の空きは、水平の間隔よりも、幾分小さくして

差支へないとされて居るが、少くとも 1.0~1.5 cm は必要である。2.5 cm 以上、又は鉄筋直径の 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も小さい間隔を用ひることが是非必要である場合には、鉄筋を配合のよいモルタルで十分に包むことが必要である。之は施工上特に注意を要することである。

(2) に就いて

梁の単純支點附近に於ても、少量ではあるが、正のスパン曲げモーメントが働くから、之に對する引張鉄筋が十分な附着強度を有するために必要なだけの數は、支點上に達せしめて碇着することが必要である。實驗の結果に依ると、總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までも、殆んど認められなくなる。それで、少くとも $\frac{1}{3}$ は曲上げずして支點を越えて碇着することが、實際上必要である。

連続梁の支承上に於ては、正の曲げモーメントが働かないから、一寸考へると、スパンに於ける引張主鉄筋を總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、コンクリートの硬化中に生ずる収縮、温度の降下等のために、梁全體として、梁の下側に引張力が働くから、スパンの引張主鉄筋の數の少くとも $\frac{1}{3}$ は之を曲上げずに、支點を越えしめることが安全の上から必要なのである。

(3) に就いて

肋鉄筋を引張主鉄筋に圍繞させることは、肋鉄筋の働きから考へて、誠に當然のことであるが、片持梁又は連続梁に於て負の曲げモーメントに對する引張鉄筋に圍繞される場合、之がよく間違へられるので、特に注意してある。壓縮鉄筋はバックリングを防ぐために、之に肋鉄筋を圍繞させなければならない。

肋鉄筋の端を十分、壓縮部のコンクリートに碇着することは、肋鉄筋の効果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してあるのは、殊に丁形梁などに於て、肋鉄筋に依つて梁の引張部分と壓縮部分との連結を確實にせんとする主旨に依るのである。肋鉄筋が有効な働きをするためには、少くとも肋鉄筋の一つが梁の高さの中央以下に於て、45°の傾斜をなす任意の龜裂線と交は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應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 $\frac{1}{2}$ 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、梁の有効高さまでは増大してよいことにしてあるが、此の場合でも、なるべく有効高さの $\frac{2}{3}$

以下にするのが安全である。肋鉄筋の間隔を梁の腹部の幅以下とするのは、鉄筋コンクリートがなるべく単體的に働くための実際上の考慮によるものである。

肋鉄筋の直径を 6 mm 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さくならないための実際上の考慮とによるのである。

(4) に就いて

之は、第 79 條 (2) に於て、版の最小厚さが定めてあると同様な理由に依るものである。

(5) に就いて

丁形梁に於て版の主鉄筋が梁に平行な場合には、丁形梁に直角な方向に於て、丁形梁の突縁として働く版の部分に生ずる負の曲げモーメントを受けしめるため、及び丁形梁の中央部と両側の突縁部との結合を確實ならしむるために、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、少くとも 1 m に付き直径 8 mm の鉄筋 6 本、若しくは直径 8 mm 未満で之と同断面積の鉄筋量を使用することが必要である。

第 81 條 獨立せる梁

(1) 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。

(2) 獨立せる丁形梁の突縁の厚さは腹部の幅の $\frac{1}{2}$ 以上たるべし。

解 説

(1) に就いて

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きいと、壓縮部に於けるコンクリートが壓縮力のために横にバックルする惧れがある。

矩形梁の場合、バックリングを避けるため、側方支持間の距離を梁幅の何倍にするのが適當であるかを計算することは、甚だ困難であるが、大體、柱の場合と同様であると考へれば、十分安全であることは明白である。それで、矩形梁の場合には、大凡、幅の 15 倍と云ふ數字が得られる。丁形梁の横方向に於けるバックリングに對する抵抗は、矩形梁の場合よりも餘程大きい。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 倍以下にすれば十分安全である。

(2) に就いて

獨立せる丁形梁の突縁の厚さを、腹部の幅の $\frac{1}{2}$ 以上としてあるのは、實驗の結果を基として定めた外國の規定を參照し、十分安全である様に定めたものである。

第 2 節 外力に因る曲げモーメント及び剪斷力

第 82 條 版 の ス パ ン

- (1) 單純版又は固定版のスペンは、内法スペンにスペンの中央に於ける版の厚さを加へたるものとす。
- (2) 連續版のスペンは支承面の中心間隔とす。

解 說

(1) に就いて

單純版と言つても、實際は多くの場合、版は相當奥行きの支承面上に載つて居るから、版に生ずる曲げモーメント及び剪斷力を計算するためのスペンをどれ丈けの長さに採るのが眞に正しいものであるかを、理論上決定することは甚だ困難である。それで、經驗上十分安全であると言ふ見地から、支承面の中心間隔を以て、スペンとする場合も多いのである。而して、支承面の奥行きの長さは、支壓強度其他の關係から定まるものであるが、十分な支壓強度を有せしめること及び其他の事情に依り、奥行きの長さはスペンの中央に於ける版の厚さ以上にするのが安全である。此の場合、支承面の中心間隔をスペンに採ると、スペンが過大である嫌ひがあるので、版のスペンは、内法スペンにスペンの中央に於ける版の厚さを加へたることに規定したのである。若し、支承面の奥行きの長さがスペンの中央に於ける版の厚さよりも小さい場合には、支壓強度に就いて檢算するのが安全である。

固定版に於けるスペンの決め方は、單純版の場合よりも一層むづかしい。固定版のスペンを單純版の場合と同様に採ることにしてあるのは、全く、經驗上安全であると言ふ事實に基くものである。

(2) に就いて

連續版のスペンを支承面の中心間隔に採れば安全であることは明白であるが、版が支承と單體的に作られ、且つ、支承の幅が大きい場合には、多少不合理の點もある。此の場合、版は連續版としての働きよりも、固定版としての働きに近くなるか

ら、固定版としてのスパンを用ひ、計算上得られる負の最大支點曲げモーメントは、支承の縁端に働くものとするのが適當である。

第 83 條 梁 の ス パ ン

- (1) 單純梁又は固定梁のスパンは支承面の中心間隔とす。但し支承面の奥行き長き場合には、梁の内法スパンに其の 5% を加へたるものとなすことを得。
- (2) 連續梁のスパンは支承面の中心間隔とす。
- (3) 支承面の奥行きの長さが内法スパンの 5% より小なるときは、支壓應力度に就いての檢算をなすべし。

解 説

(1) に就いて

單純梁又は、固定梁のスパンを支承面の中心間隔に採ることにしてあるのは、經驗上十分安全であると言ふ事實に基くものである。但し、支承面の奥行きが長い場合には、經驗上安全であると言ふ理由に依り、内法スパンに其の 5% を加へたものを採つてよいことにしてある。

設計の出來て居る梁のスパンは、此の規定から直ちに定まるが、設計前で、内法スパン丈けが與へられて居るときには、支承面の奥行きの長さが、不明であるから、此の規定が直ちに適用出來ないが、内法スパンに其の 5% を加へたものをスパンに採つて計算を進めれば、計算をやり直さないでよいのが普通である。

(2) に就いて

連續梁のスパンは支承面の中心間隔を採ることに規定してあるが、建築物其他に於て、支承面の奥行きの長さが階層高さの $\frac{1}{5}$ 以上の 場合で、梁が支持臺（支承を形成する柱又は壁）と曲げモーメントに抵抗し得る様に結合されて居るか、若しくは相當の積載荷重を支持臺上に有するときには、連續梁を、其の支承點に於て、完全に固定された固定梁と見做し、内法スパンに其の 5% を加へたものをスパンに採るのが適當である。

(3) に就いて

支承面の奥行きの長さが、内法スパンの 5% よりも大きいときには、十分な支壓強度を有するのが普通であるから、支壓應力度の檢算を省略してよいが、5% よりも小さいときは、支壓強度に就いて疑ひを生ずるから、一應の檢算をする必要があるのである。

第 84 條 1 方向に主鉄筋を有する連続版の曲げモーメント及び剪断力

1 方向に主鉄筋を有する連続版の曲げモーメント及び剪断力を求めるには、一般に単純支点上の連続梁に対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、其の正及び負の最大曲げモーメントを次の如く採るものとす。

(イ) 梁の間にある連続版に於て 動荷重に因る負のスパン曲げモーメントは、其の $\frac{1}{2}$ のみを探るものとす。

(ロ) 正の最小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小なるべからず。

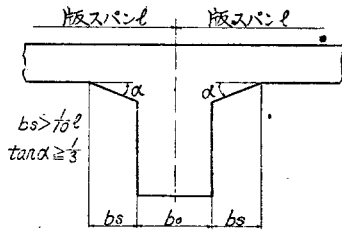


圖-7.

(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。

正の最大スパン曲げモーメント

ハンチの長さ $\frac{1}{10}l$ 以上にして

其の高さ $\frac{1}{30}l$ 以上なる場合

其の他の場合

(圖-7 参照)

端のスパンに於て $M = \frac{1}{12}wl^2$

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

中間のスパンに於て $M = \frac{1}{16}wl^2$

$M = \frac{1}{14}wl^2$

負の最大支點曲げモーメント

2 スパンの場合

3 スパン以上の場合

第 1 内部支點に於て $M = -\frac{1}{8}wl^2$

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

其の他の内部支點に於て ———

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

負の最大スパン曲げモーメント

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

解 説

鐵筋コンクリート連続版は、梁又は壁などと單一體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めるための理論的計算は、實際上不可能の場合が多いし、又、不可能でないにしても非常に面倒である。而も、所謂理論的計算なるものも、澤山の假定を含んで居るため、矢張、實際とは可成りちがつて居る。それで、計算を簡単にするために、斯くの如き場合でも、矢張、單純支點上の連續梁に對する普通の計算法に依つて、曲げモーメントを求めることが多いのである。それで本示方書も、之に依つてよいことにしたのである。

然し、鐵筋コンクリート梁に結合されて居る連續版を、單純支點上の連續版と假定することは、事實に可成り遠いことであるから、之を實際に適應させるために、計算した曲げモーメントの値を適當に増減する必要がある。此の修正が本條に(イ)、(ロ)、(ハ)と區別して示してある。

(イ)に就いて

連續版の動荷重に因る負の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、其の兩側のスパンに動荷重が働くとときに起る。而して單純支點上の連續版に於ては、兩側のスパンに於ける動荷重の影響が完全に働けけれども、版が鐵筋コンクリート梁と堅固に結合されて居るときには、版の變形が此の梁の回轉に對する抵抗に依つて妨げられるから、版の兩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採らないで、其の $\frac{1}{2}$ を採ることにしてある。 $\frac{1}{2}$ と言ふ數字は獨逸の標準示方書も之を採用して居る。

(ロ)に就いて

鐵筋コンクリート梁と堅固に結合された連續版は、兩端固定の版と考へることも出来る。故に、正の最小スパン曲げモーメントは兩端固定梁として計算した値よりも小さく採らないのが安全である。此の規定は、多數のスパン中の一二のスパンが、主に、負のスパン曲げモーメントを受ける様な立場にあるときの、夫等のスパンの設計に關する注意である。

(ハ)に就いて

數スパンに亘る連續版に生ずる曲げモーメントを求めることは、單純支點上の連續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値のない場合が多い。例へば、床版其の他に於て、理論上正の最大スパン

曲げモーメントを生ずる載荷の條件は、動荷重を一つ置きのスパンに載せると言ふ様な、實際減多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、計算の簡単のために、或る定まつた正及び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は少くない。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。

連続梁の理論から言ふと、最大曲げモーメントに対する係数は、死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いて言ふと、動荷重は死荷重の 2~5 倍であつて、此の位の範圍に就いて計算してみると、動荷重及び死荷重の兩者に對して同一の係数を用ひて實際上差支へないことが判る。それで動荷重及び死荷重の和に對しての係数が與へてあるのである。

版は單純支點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、支承は相當な奥行き長さを有するものであるから、規定に依つてスパンを支承面の中心間隔に採れば、支承面の端に於ける負の曲げモーメントは、計算に依つて得られる支點の負最大曲げモーメントよりも甚だ小さい。例へば、支承の奥行き長さがスパンの $\frac{1}{12}$ であるとき支承の縁端に於ける負の曲げモーメントは、支承の中心に於けるものよりも 25% 小さい。

尙、版は之に連接せる版に依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も幾分小さく採つてよい。

以上の様な事項を考慮して、本條 (ハ) の係数が定められたのである。之等の數字は、大體、獨逸の標準示方書も採用して居り、十分安全なものである。

負の最大スパン曲げモーメントに對する式は本條 (イ) 及び (ロ) の規定から出て來るものである。多數スパンの連続版に等分布荷重 wa が載るとき、スパンが相等しい場合には、スパン曲げモーメントは、大約 $\frac{1}{24}wa l^2$ と假定してよい。等分布活荷重 wl に因つて生ずる負の最大スパン曲げモーメントの値は、 wa と wl との比の値に依つて非常に異なるのであるが、普通の鉄筋コンクリート構造の場合に對しては、 $-\frac{1}{24}wl^2$ と採つて、安全である。然れば、(イ) 及び (ロ) の規定に依り、

$$\begin{aligned} \text{負の最大スパン曲げモーメント} &= \frac{1}{24}wa l^2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{24} wl^2 \\ &= -\left(\frac{wl}{2} - wa\right) \frac{l^2}{24} \end{aligned}$$

となる。

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る。スパンが非常に異なつて居るか、又は集中荷重を受ける様な場合に於ては、連続梁の理論に依つて曲げモーメントを計算しなければならないことは勿論である。

第 85 條 2 方向に主鉄筋を有する版の曲げモーメント及び剪断力

2 方向 x 及び y に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 $\frac{1}{2}$ 以上にして、周囲の支承状態同一と見做し得る場合には、等分布荷重を満載したる場合に對し次の如くにして其の曲げモーメント及び剪断力を求むることを得。

$$x \text{ の方向に於ける分擔荷重} \quad w_x = w \frac{l_y^4}{l_x^4 + l_y^4}$$

$$y \text{ の方向に於ける分擔荷重} \quad w_y = w \frac{l_x^4}{l_x^4 + l_y^4}$$

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

正の最大スパン曲げモーメント

單純支承の場合 準固定支承の場合 固定支承の場合

$$M_x = \frac{1}{8} w_x l_x^2 \quad M_x = \frac{1}{16} w_x l_x^2 \quad M_x = \frac{1}{24} w_x l_x^2$$

$$M_y = \frac{1}{8} w_y l_y^2 \quad M_y = \frac{1}{16} w_y l_y^2 \quad M_y = \frac{1}{24} w_y l_y^2$$

負の最大支點曲げモーメント

單純支承の場合 準固定支承の場合 固定支承の場合

$$M_x = 0 \quad M_x = -\frac{1}{12} w_x l_x^2 \quad M_x = -\frac{1}{12} w_x l_x^2$$

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

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 $\frac{1}{2}$ 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依つて受けられることが、理論的に證明されて居る。短邊の長さが長邊の長さの $\frac{1}{2}$ 以上であるときは、版に加えられる荷重は、總ての方向に曲げモーメントを生ずるから、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、版の全面に等分布荷重が載る場合に對する近似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單位幅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 群に依り、分擔されるものと假定するのである。版の支承が單純支承であるか、固定支承であるか、又は多くのスパンの連續版であるかに依つて、之等の細長帯を、單純版、固定版若しくは連續版と考へ、1 方向に主鉄筋を有する普通の版としての應力分布に依り、荷重を支へるものと考へる。従つて、引張主鉄筋は縦、横 2 方向の分擔に應じ縦、横 2 方向に配置する。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満載する場合に對し、縦、横 2 方向の細長帯に依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ときには、之に依つて差支へない。之は Grashof-Rankine の解法として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、集中荷重を受ける場合は、本示方書に示してないから、場合に應じて夫々適當な解法に依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、各種の支承状態に應じて、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。支承の状態は單純支承、準固定支承、固定支承の 3 つの場合に分けてある。

準固定支承と言ふのは、版が鉄筋コンクリート梁其の他に結合された場合又は連續版の場合で、鉄筋コンクリート版に於ける最も普通の支承状態を指すのである。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の曲げモーメントに十分抵抗し得ることが計算上證明し得る場合に限るのである。計算上の證明は次の如くである。

圖-A に於て、壁の長さ 100 cm に付き、支承に來る荷重を G kg、壁の厚さを s cm とすれば、固定支承としては、

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

丈の荷重が加へられて居ることが必要である。即ち G は支持臺上に於て必要な積載荷重である。

之に因つて生ずる壓縮應力度は、

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

σ は壁材料の許容壓縮應力度以下でなければならない。

又、特別の場合には、壁材料の許容壓縮應力度の方から、次の如くにして計算して得られる固定モーメント M_f が、版が固定支承を有するものとして計算するときの固定モーメントよりも大でなければならない。

圖-B に於て、 σ を壁材料の許容壓縮應力度とすれば、支承の長さ 1m に對して、

$$\sigma = \frac{2G}{3c \times 100}$$

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

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

單純支承及び固定支承の場合に對する曲げモーメントの値は、普通の計算で得られるものである。準固定支承の場合（普通の連續版の支承は略々此の準固定支承である）に對する値は、普通の場合に對して十分安全な値の標準を示した丈で、支承の構造に應じて適當に増減すべき性質のものである。

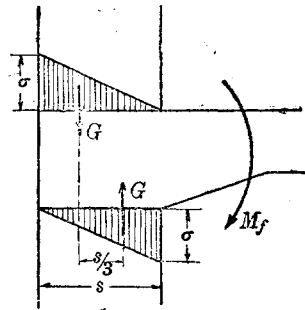


圖-A

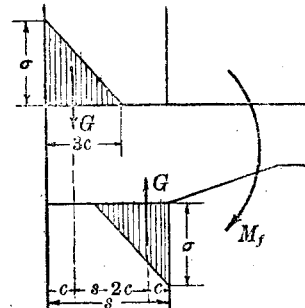


圖-B

第 86 條 連續梁の曲げモーメント及び剪斷力

連續梁の曲げモーメント及び剪斷力を求むるには、單純支點上の連續梁に對する章定法に依ることを得。

但し鐵筋コンクリートの梁、柱等に結合せられたる連續梁にありては、其の正及び負の最大曲げモーメントを次の如く採るものとす。

(イ) 準固定支承の連續梁に於て、動荷重に因る負のスパン曲げモーメントは其の

$\frac{2}{3}$ のみを採るものとす。

(ロ) 正の最小スパン曲げモーメントは、両端固定梁として計算したるものより小なるべからず。

(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。

正の最大スパン曲げモーメント

$$\text{端のスパンに於て} \quad M = \frac{1}{10} w l^2$$

$$\text{中間のスパンに於て} \quad M = \frac{1}{14} w l^2$$

負の最大支點曲げモーメント

2 スパンの場合

3 スパン以上の場合

$$\text{第 1 内部支點に於て} \quad M = -\frac{1}{8} w l^2 \quad M = -\frac{1}{9} w l^2.$$

$$\text{其の他の内部支點に於て} \quad \text{---} \quad M = -\frac{1}{10} w l^2$$

負の最大スパン曲げモーメント

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

解 説

連続梁の曲げモーメントを求めるのに、単純支點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 84 條の解説に述べてある様に、計算を簡単にするためである。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単純支點上の連続梁と假定することは、可成り事實に遠いことであるから、之を實際に適應させるために、此の假定に依つて計算した曲げモーメントの値を適當に増減する必要がある。此の修正が (イ)、(ロ)、(ハ) に分けて示してある。

(イ) に就いて

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ふのが適當なものである。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同轉抵抗に依つて妨げられるから、単純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、動荷重に因る負のスパン曲げモーメントは其の $\frac{2}{3}$ を採ることにしてある。 $\frac{2}{3}$

と言ふ数字は獨逸の標準示方書にも採用して居る。版の場合(第84條(イ))には $\frac{1}{2}$ を採ることになつてゐるが、梁の場合には安全度を大にして、 $\frac{2}{3}$ を採ることにしたのである。

(ロ)に就いて

第84條(ロ)に對して解説したと同様の理由である。

(ハ)に就いて

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び之の適用範圍等は第84條(ハ)に就いて述べたと同じである。係数の値は第84條(ハ)の場合に準じてある。負の最大スパン曲げモーメントに對する式は第84條の場合に解説してある様に、(イ)及び(ロ)の規定から出て來るものである。

第87條 版及び梁の反力

等分布荷重を受くる場合、連續版及び連續梁を支持する梁又は柱の受くる荷重は、夫々單純版及び單純梁として計算することを得。

解 説

連續版及び連續梁を支へる梁又は柱の受ける荷重を計算するに、支承が單純支點であると假定しても其の値は、支持梁及び支柱等の撓みに依り大いに影響されるから、正確な値を求めること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、版及び梁の連續性を無視しスパンの中心線から中心線までの荷重を反方に採れば、計算が甚だ容易であるし、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。

第3節 應 力

第88條 丁形梁の突縁

(1) 丁形梁の突縁の壓縮有效幅は次式に依りて求めたる値を超過すべからず。

(イ) 斷面の決定又は

應力算出の場合

兩側に版ある場合(圖-8)

8 参照)

$$b = 12t + b_0 + 2b_s$$

但しbは兩側に於ける

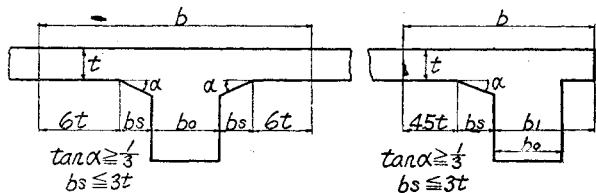


圖-8

版の中心線間の距離より大ならず、又、梁スパンの $\frac{1}{2}$ を超過すべからず。

片側に版ある場合（**図-8** 参照）

$$b = 4.5t + b_1 + b_s$$

但し b は版の内法スパンの $\frac{1}{2}$ に b_1 を加へたるものより大ならず、又、梁スパンの $\frac{1}{4}$ を超過すべからず。

（ロ）不静定力又は弾性変形の計算の場合

両側に版ある場合

$$b = 6t + b_0 + 2b_s$$

但し b は両側に於ける版の中心線間の距離より大なるべからず。

片側に版ある場合

$$b = 2.25t + b_1 + b_s$$

但し b は版の内法スパンの $\frac{1}{2}$ に b_1 を加へたるものを超過すべからず。

(2) 独立せる丁形梁の突縁の有効幅は腹部の幅の 4 倍を超過すべからず。

解 説

(1) (イ) に就いて

(a) 両側に版ある場合

甚だ大きい突縁の幅を有する独立した丁形梁の試験の結果は、突縁に於ける壓縮應力は、全幅に亘つて殆んど齊等に分布して居ることを示して居る。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く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言ふことの理論的結論は未だ出来て居ない。

突縁の厚さが小さいときに、有効幅をあまり大きく採れば、**図-C** に於て aa' 、 cc' 面に於ける剪断應力度が、 $a'c'$ 線に於ける剪断應力度よりも大きくなつて、 aa' 、 cc' 線で破壊を生ずる惧れがある。此の點から言ふと、**図-C** に於ける b_1 なる幅は、版の厚さの 5~6 倍に制限するのが望ましい。

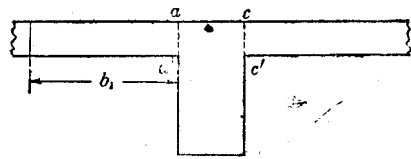


図-C

本示方書では、之等のことを考へ、各國の規定を参照して、十分安全な様に、丁

形梁の突縁の壓縮有效幅 b を,

$$b = 12t + b_0 + 2b_s$$

以下に採ることとしたので、之は獨逸の標準示方書も採用して居る。

又、 b の値を版の中心線間の距離よりも大きく採れば、版の同じ部分を相隣れる丁形梁の突縁として 2 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も大きく採つてはならないことは當然である。普通の場合には、以上の 2 つの条件の中の 1 つでも b が定まるが、之等に依つて定まる b が、梁のスパンの $\frac{1}{2}$ よりも大きい場合には、但し書に依り、梁スパンの $\frac{1}{2}$ 以下を突縁の有効幅に採ることにしてある。之はスパンの小さい梁に於ては、餘り大きい幅に壓縮應力が傳達すると考へられないからである。

突縁と腹部との間にハンチを附けたとき、突縁の壓縮有效幅の一部と採り得る b_s の値に就いては、實驗及び經驗上から定まる一定の制限がある。本示方書は獨逸の示方書に倣ひ、ハンチの傾斜が 1:3 (鉛直距離 1 に対して水平距離 3) よりも急であり ($\tan \alpha \geq \frac{1}{3}$)、又、 $3t$ よりも小さい b_s ($b_s \leq 3t$) の値を、突縁の有効幅の一部として、計算に入れることにしてある。

それで、**圖-D** に於て BC_1 が 1:3 の傾斜よりも緩であるか、又は $B'C_2$ の様に 1:3 の傾斜よりも急ではあるが、然し、 $B_0'C_3 > 3'$ であるときは、前者に對し B_0C を、後者に對し $B_0'C'$ を有效な b_s の値に採るのである。ハンチの無い場合には、勿論 $b_s = 0$ である。

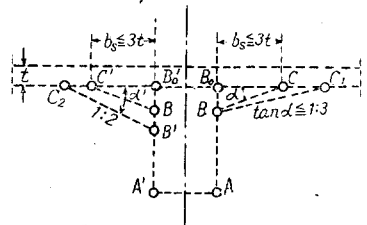


圖-D

(b) 片側に版ある場合

非對稱の丁形梁は、普通、對稱な丁形梁の場合と同様にして計算する。之は、丁形梁に於ては突縁として働く版又は丁形梁に附いて居る小梁等に依つて、丁形梁の横方向の變形が妨げられるから、變形は鉛直方向のみに起るものと考へられ、従つて中立軸は水平であると考へることが出来るからである。

然し、非對稱の丁形梁が横方向に支持されずに、自由に變形をなし得る場合には、非對稱の梁として計算しなければならない。本示方書は此の場合を含んで居ないのである。

$$b = 4.5t + t_1 + b_s$$

及び其の他の規定は兩側に版ある場合に準じたものである。

(1) (ロ) に就いて

丁形断面を有する部材を有する不静定構造物，例へばラーメンに於ては，水平部材の断面二次モーメント I_b と鉛直部材の断面二次モーメント I_c との比が，水平反力に大きい影響を及ぼすもので， I_b と I_c との比が大きい程水平反力は小さくなる。極端な場合として，丁形断面の有効壓縮幅を b_0 に採つて見れば， I_b を過小に採ることになるから，水平反力は過大な値となり，従つて鉛直部材は過大な曲げモーメントを，水平部材は過小なスパン曲げモーメントを受けることになることが判る。

他方に於て，丁形梁の有効壓縮幅を，断面の決定又は應力算出の場合に適當と考へられる幅，即ち $b = 12t + b_0 + 2b_s$ に採ることは，弾性變形の方から考へると過大である。之等の事情を考へて，中間の値として獨逸の標準示方書には，

兩側に版ある場合

$$b = 6t + b_0 + 2b_s$$

片側に版ある場合

$$b = 2.25t + b_1 + t_s$$

と規定してある。本項は之に倣つたものである。

(2) に就いて

獨立せる丁形梁の有効幅も，實驗を基として定めた外國の規定を参照して，十分安全である様に定めたものである。

第 89 條 ハ ン チ

連續版及び連續梁の支點上に於ける負の曲げモーメントに因る應力の計算に於て，版及び梁の有効高さは，ハンチを考慮して之を決定することを得。

此の場合ハンチは 1:3 よりも緩なる傾斜の部分のみを有効とすべし (圖-9 参照)。

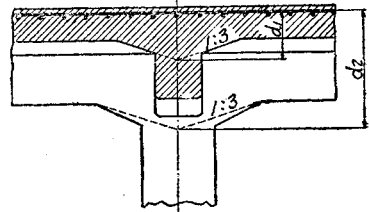


圖-9

解 説

連續版又は連續梁の支承上に於ては，鐵筋の配置に便であること，經濟的であること，負鐵筋の降下に因る抵抗モーメントの減少に備へること等のために，ハンチを設けて梁の有効高さを増加するのが普通である。然し，餘り小さいハンチを附けたのでは，梁の有効高さを増すものと考へることが出來ない。本條は，安全のため，1:3 よりも緩なる傾斜の部分のみを有効部分と定めたものである (圖-9 参照)。

第 90 條 剪 断 應 力 度

(1) 梁に於ける剪断應力度 τ は梁の高さ一定なる場合、次式に依りて計算すべし。

$$\tau = \frac{S}{b_0jd} = \frac{S}{b_0z} \dots\dots\dots(8)$$

茲に S : 剪断力 b_0 : 梁断面腹部の幅 $z=jd$: 全壓縮應力の作用點より引張鉄筋断面の圖心までの距離

梁の高さが變化する場合には、其の影響を考慮して計算すべし。

(2) 版及び梁に於て剪断應力度が 4.5 kg/cm^2 を超過したるときは、スパンの其の側の全剪断應力を腹鉄筋（肋鉄筋又は折曲鉄筋若しくは兩者の併用）にて負擔せしむべし。

(3) 版及び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應力度は 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、梁の高さの中央に置くべし。

解 説

(1) に就いて

梁に於ける剪断應力度 τ を計算するに使用すべき (8) 式に就いては説明するまでもない。唯、注意すべきことは、(8) 式で計算する剪断應力度 τ は、常に、斜引張應力度を測る手段として用ひられるものであることで、押貫剪断應力度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壓縮強度の大約 $\frac{1}{2}$ 乃至 $\frac{1}{3}$ であつて、之に就いて考慮を要する場合は稀である。柱を支へる基礎板の様な場合でも、押貫剪断力に對しては、安全率を 4 に採つても、普通のコンクリートに就いて 1 cm^2 に付き 10 kg 内外の許容應力度を用ひることが出来る。但し、大きい押貫剪断應力度を生ずるときには、一般に、(8) 式の τ で測られる斜引張應力度が大きくなるから、適當な斜引張鉄筋を有しないときは、押貫剪断力で破壊を起す前に、矢張、斜引張應力のために破壊を生ずるのが普通である。コンクリートは引張強さの弱い材料であるから、剪断應力と曲げ引張應力との合應力である斜引張應力のために、容易に破壊する。而して、此の斜引張應力度は種々の條件に依つて異なるが、(8) 式で示される τ の値は、斜引張應力度に最も大きい關係があり、又、中立軸に於ける斜引張應力度を表はすから、斜引張應力度の計算をなるべく實用的に簡單にするために、一般に (8) 式の τ が斜引張應力度を測る手段とし

て用ひられるのである。

梁の高さが變化する場合は

$$\tau = \frac{S \mp \frac{M}{z} \cdot \frac{7}{8} \tan \alpha}{b_0 z}$$

で剪斷應力度を計算する。

茲に S : 剪斷力

M : 曲げモーメント

z : 全壓縮應力の作用點から引張鐵筋斷面の圖心までの距離

α : 傾斜面が水平面となす角

b_0 : 梁斷面腹部の幅

負號は、曲げモーメントの増加する方向に於て梁の有効高さが増大する場合、正號は、曲げモーメントの増加する方向に於て、梁の有効高さが減ずる場合である。

(3) に就いて

腹鐵筋の設計をするには

(a) 斜引張應力度を測る手段として用ひる剪斷應力度 τ が何程の値に達したときに腹鐵筋を必要とするか、

(b) τ がある一定の値を超過したときに、斜引張應力を總て鐵筋で受けさせるか、又はコンクリートをして斜引張應力の一部を受けしめ、残りを鐵筋で受けさせる様にするか、

(c) 如何に十分に腹鐵筋を使用しても、之を無視して計算した τ の値が一定の値を超過すると、實驗上、斜引張應力に因る龜裂を生ずるものであるから、之を防ぐためには τ が一定の値以下になる様にコンクリートの斷面を増大しなければならないが、此の場合の τ の値を如何程に定めるか、

と言ふことを決定しなければならない。之等のことは、總て實驗の結果を基として定むべきことであるが、實驗結果の判斷に就いて、世界の大家の意見が未だ一致して居ない。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就いて、可成りの差がある。本示方書は大體獨逸の方法に従つたもので、以上の事項を (2) 及び (3) に規定してある。

腹鐵筋を有しない梁の試験に依ると、(8) 式で計算した τ の値が 12 乃至 14 kg/cm² 位に達すると傾斜龜裂が生ずる。それで、 τ が許容應力度 4.5 kg/cm² 以下であれば、腹鐵筋を使用しないでも、約 3 の安全率があることになる。安全率が 3 あれば、曲げモーメントに對して引張鐵筋が有する普通の安全率よりも大きいから、

梁は斜引張應力に對して十分安全であると言へる。それで、版又は梁に於て剪斷應力度が 4.5 kg/cm^2 を超過しない場合は腹鐵筋に就いての計算を省略してよいのである。

然し、 τ が 4.5 kg/cm^2 を超過したときには、スパンの其の側の剪斷應力を全部、腹鐵筋で受けさせることに規定してあるのは、剪斷力に對して、少くとも、曲げモーメントに對すると同様な丈けの安全度を保證せんとする主旨から出て居る。

τ が 4.5 kg/cm^2 以下であれば、腹鐵筋の計算を省略してよいが、 4.5 kg/cm^2 以上になれば急にスパンの其の側に於ける全剪斷力を腹鐵筋のみで受けさせることにするのは、一寸考へると不合理の様であるが、之は次の理由に依り、其の必要があるのである。斜引張應力を受けるためにコンクリートと腹鐵筋とが協同して働き得るのは、コンクリートが鐵筋と共に腹鐵筋の方向に於て必要な丈けの長さの變形をなし得る範囲内に於てのみのものである。然るに、コンクリートが鐵筋と共に伸び得る量は、多くとも 1 m に付き 0.2 mm 位のもので、此の際に於けるコンクリートの引張應力度は約 16 kg/cm^2 に達し、同時に斜腹鐵筋に生じて居る引張應力度は、約 430 kg/cm^2 に過ぎない。故に、コンクリート及び鋼に於て夫々 4.5 kg/cm^2 及び 1200 kg/cm^2 と言ふ様な應力度が同時に働くことはあり得ない。即ち、コンクリートに於ける引張應力度が 4.5 kg/cm^2 であるときには、之と同時に、鐵筋に生じて居る引張應力度は、 $1000 \sim 1200 \text{ kg/cm}^2$ よりも非常に小さく、約 450 kg/cm^2 位のものである。若し鋼に實際 1000 乃至 1200 kg/cm^2 の引張應力度が働くとすれば、此の周りのコンクリートは既に毛狀龜裂を生じて居る譯である。

尙、鐵筋コンクリート梁をして總ての部分に於て、破壊に對して相當な安全度を有せしめると言ふことから出發すると、許容荷重の下に於ける應力の分布状態を標準とせず、破壊の附近に於ける状態に就いて十分考慮しなければならない。

τ が 4.5 kg/cm^2 以下であるときには、前に述べた様に、約 3 の安全率がある。腹鐵筋があれば傾斜龜裂の發生が幾分遲延するが、一層安全のために、腹鐵筋があつても、無いときと同様に τ が 14 kg/cm^2 に達したときに傾斜龜裂が生ずるものと假定してみる。すると、 τ が 4.5 kg/cm^2 を超過して、例へば 7 kg/cm^2 に達すると、此のとき 3 倍の荷重を受ければ、 τ は 21 kg/cm^2 に耐へなければならないが、傾斜龜裂は荷重が 2 倍になつたときに既に生じてしまふ。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應力の助けを借りずに、鐵筋丈けで斜引張應力に因る破壊を防ぎ得る様に鐵筋を配置しなければならないことになるの

である。

依つて、 τ が 4.5 kg/cm^2 以上になるときは、コンクリートと腹鐵筋とは協同して働くものと考えずに、全斜引張應力を腹鐵筋で受けさせて、必要なる安全度を有せしめる様にするのである。

又、剪斷應力度が 4.5 kg/cm^2 を超過したとき、其の部分のみならずスパンの其の側の全剪斷應力を腹鐵筋で受けさせるのは、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有せしめるためである。而して τ が 4.5 kg/cm^2 以下であるときには、斜引張應力は總てコンクリートで受けさせて差支へないとするならば、 τ が 4.5 kg/cm^2 以下である部分なら何處でも、例へばスパンの中央附近に於ても、矢張りコンクリートで斜引張應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應力が 4.5 kg/cm^2 を超過すると、之を超過しない部分までも、全剪斷應力を腹鐵筋で受けさせると言ふ理由如何、と言ふ疑問が起る。

最大斜引張應力度 τ が 4.5 kg/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十分な安全度を有するけれども、 4.5 kg/cm^2 を超過する部分に近接せる範圍に於ては、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は、曲げモーメントが大きいから、多少傾斜した龜裂が生ずることが豫想される。そして、龜裂が生じて居る斷面に於ては、水平方向に於ても剪斷應力を期待することは出来ない。然し、肋鐵筋が使用してあれば、傾斜龜裂の間にある腹部のコンクリートは、トラスの壓縮腹部材の様に働いて、間接に剪斷力に抵抗し得ることになる。多くの實驗の結果に依ると、腹鐵筋がない所に龜裂が生ずると、壓縮コンクリート部分に働いて居る壓縮應力の合力は支點の方に下方に傾斜する方向を採ることを示して居る。斯く壓縮應力の合力が下方に向ふ理由は、一方には龜裂が傾斜して居ることと、又、他方には肋鐵筋を有しない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鐵筋とコンクリートの附着力が十分に働かなくなり、鐵筋に働く引張力が曲げモーメントの減少に相當して減じないことに依るのである。故に、總ての状態に於けるコンクリートと鐵筋との協同作用を十分にするために、又、梁の各斷面に於て引張鐵筋を曲げモーメントを基として決定することが出来るために、 4.5 kg/cm^2 を超過した附近の全剪斷應力を受けしめる丈の腹鐵筋を使用すべきであると言ふことになるのである。肋鐵筋が引張鐵筋の滑動抵抗を高め、梁の安全度を大にすることは、多くの實驗に依りて證明されて居る。

尚、第 80 條 (3) に依り、梁に於ては壓縮部と引張部との結束を完全にするため

に、肋鉄筋を使用するのであるから、 4.5 kg/cm^2 を超過した部分に於て、梁のスパンの其の側の全剪断應力を腹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ことにならない。

(3) に就いて

剪断應力度 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、之が剪断應力に抵抗する働きに就いて疑があるから、あまり多量の腹鉄筋を使用することを避けるためと、他方に於ては、十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 14 kg/cm^2 以上に達すると、傾斜龜裂があらはれると言ふことに因るのである。而して、設計に假定された荷重の程度に於て、斯くの如き龜裂の發生を許すことは面白くないから、 τ は 14 kg/cm^2 を超過してはならないとしたのである。それで、 τ が 14 kg/cm^2 を超過するときは、梁断面を増大する必要がある。丁形梁の腹部の寸法は此の制限から其の最小寸法が定まる場合も少くない。

(4) に就いて

折曲鉄筋の配置を定めるには、曲げモーメント圖を用ひる場合、剪断應力圖を用ひる場合、剪断應力和曲線を用ひる場合等がある。いづれの場合に於ても、折曲鉄筋として利用し得る鉄筋が、なるべく齊等な引張應力度を受ける様に、曲げモーメント圖又は剪断應力圖等から定められた點を、梁の軸に平行な、或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言ふのは、折曲鉄筋は梁の腹部に生ずる斜引張應力の總てを集めて受けるべきであると言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が、折曲鉄筋は中立軸のみに於ける斜引張應力を受けるものではないから、中立軸の位置よりも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。基線を高く選ぶと、折曲鉄筋を梁スパンの中央にあまり近く曲上げることになり、又、支點と之に一番近い折曲鉄筋との距離が大きくなつて、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 $\frac{1}{2}$ に採ることが適當であることが、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へるとき、理論上からも正しいことである。

第 91 條 附着應力度

(1) 附着應力度 τ_0 は次式に依りて計算すべし。

$$\tau_0 = \frac{S}{Ujd} = \frac{S}{Uz} \dots\dots\dots(9)$$

茲に S : 剪斷力 U : 鐵筋周長の總和

折曲鐵筋及び肋鐵筋を併用して全剪斷力を受けしむる場合には、前式に於ける S は剪斷力の $\frac{1}{2}$ と採ることを得、

(2) 單純梁の引張鐵筋は支點を越えて十分に碇着すべし。

連續版及び連續梁に於ける負の支點曲げモーメントに對する負鐵筋は、引張應力を受くるコンクリート中に碇着すべからず。

(3) 直徑 24 mm 以下の鐵筋にして、本條 (2) 並びに第 78 條に従ひ十分に碇着せられたるものは、附着應力度の計算を省略することを得。

解 說

(1) に就いて

(9) 式に就いては説明するまでもない。

折曲鐵筋及び肋鐵筋を併用して、全剪斷應力を受けさせる場合に、曲上げずに残つて居る鐵筋の附着應力度を計算するとき、(9) 式に於ける S を剪斷力の $\frac{1}{2}$ に採つて十分安全であることは、Bach 教授其の他の實驗の結果で證明されて居る。従つて、前條に依り梁の斜引張應力に對する腹鐵筋を十分に配置して置けば、曲上げずにある引張主鐵筋の碇着は、非常に樂になるわけである。

(2) に就いて

單純梁の引張鐵筋の端を支點を越えて十分に碇着することは、梁の附着強度に對する安全の上から極めて大切である。折曲鐵筋を使用しないときに、曲げモーメントに餘裕を生じた所で引張鐵筋を切つて、梁の引張側に碇着することは、コンクリートの龜裂を大ならしめる惧れがあるから、之を避けて、矢張り支點を越えて碇着しなければならない。總て、引張應力の働くコンクリート中に鐵筋を碇着することを避くべきは當然であるが、特に連續版及び連續梁に於ける負の支點曲げモーメントに對する負鐵筋に於ては、此のことが大切であるのに、時々誤る事があるから、特に注意してあるのである (第 78 條 (1) 參照)。

(3) に就いて

直徑 24 mm 若しくはそれ以下の鐵筋で、本條 (2) 並びに第 78 條 (1) に従つて、十分碇着したものは特に附着應力度を計算しないでよいと言ふ理由は、斯くの如く碇着した鐵筋に於ては、殆んど鐵筋の降伏點の引張應力度に對して抵抗し得る附着

強度を出し得ることが、実験の結果証明されて居るからである。直径 24 mm 以上のときは附着應力度を計算しなければならない。24 mm と言ふ数字は、実験の行はれた範囲から定めたものである。

第 20 章 2 方向に主鉄筋を有する無梁版

解 説

無梁版は、第 2 條に柱に直接支持剛結されたる版を言ふと定義してある。

無梁版に於ける配筋の様式には、2 方向配筋法、4 方向配筋法、圓形配筋法、及び、3 方向配筋法等がある。之等のうちで、2 方向配筋法は、設計、施工が比較的簡單であり、十分満足な結果を與へるもので、現今、廣く用ひられて居る。本示方書は、2 方向配筋法の無梁版、即ち、2 方向に主鉄筋を有する無梁版丈けに就いて規定したものである。

第 92 條 設 計 細 目

- (1) 版の厚さは 15 cm 以上とすべし。但し屋根版に於ては此の制限を適用せず。
- (2) 柱の幅は、其の幅と同じ方向のスパンの $\frac{1}{20}$ 以上、階層高さ h_s の $\frac{1}{15}$ 以上にして、且つ 30 cm 以上たるべし。茲にスパンは柱の中心間隔とす（圖-10 参照）。
- (3) 柱頭版を有せざる場合、版の下面に於ける柱頭擴大部の幅は $\frac{2}{9}l_x$ 以上とすべし（圖-10 (a) 参照）。

柱頭版を有する場合、柱頭擴大部の寸法は 圖-10 (b) 及び (c) に依るべし。柱頭

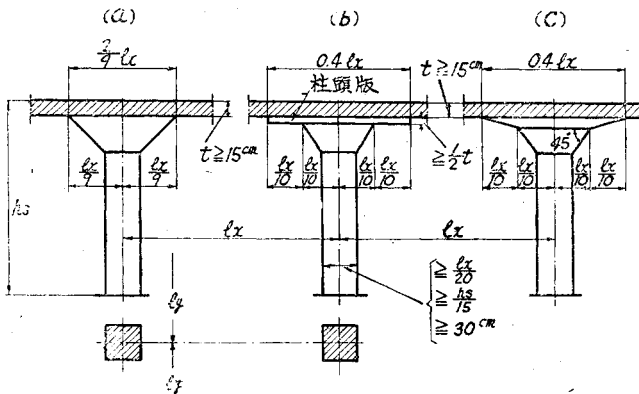


圖-10.

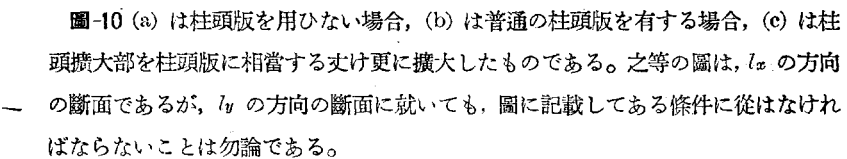
擴大部のうち、水平線に對する傾角 45° 以下の部分は、應力計算に際して之を無視すべし。

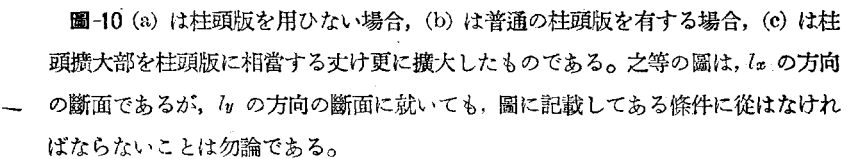
解 説

(1) に就いて

版の厚さを 15 cm 以上と規定してあるのは、15 cm 以下では無梁版が危険になると言ふ理由からではなく、15 cm 以上とすることが、普通、實際上必要だと言ふ理由に依るのである。だから、屋根版の場合には、12 cm 位でもよいのである。尙、版の有効高さ大きい方のスパンとの比は $\frac{1}{32}$ 以上、屋根版の場合でも $\frac{1}{40}$ 以上とするがよい。

(2) 及び (3) に就いて

本項並びに、に示してある各部の寸法關係に關する規定は、版と柱とが剛結すると言ふ條件を満足するために實驗及び實際上必要だと言ふ理由から出來たものである。

 10 (a) は柱頭版を用ひない場合、(b) は普通の柱頭版を有する場合、(c) は柱頭擴大部を柱頭版に相當する丈け更に擴大したものである。之等の圖は、 l_x の方向の斷面であるが、 l_y の方向の斷面に就いても、圖に記載してある條件に従はなければならないことは勿論である。

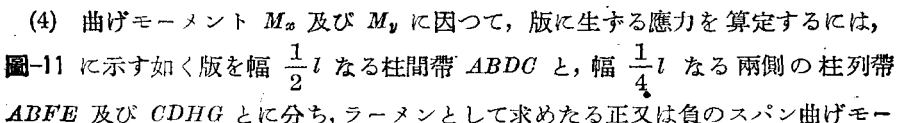
第 93 條 計算方法

無梁版は次の近似解法に依りて計算することを得。

(1) 無梁版は之を互に直交する縦横 2 群の梁と考へ、之等を何れも柱の中心を結ぶ直線上に於て、連続的に支持せられたる彈性固定支承の連続梁又はラーメンと假定し、何れの方向に於ても全荷重を最も不利なる状態に載荷して計算を行ふべし。

(2) ラーメンとして版の曲げモーメントを求むる場合には、版の上下に於て直接之に接する柱の曲げ抵抗のみを考慮することを得。

(3) 無梁版を互に直交する縦横 2 群のラーメンとして計算するとき、梁のスパンは l_x 及び l_y 、其の斷面の幅は夫々 l_y 及び l_x 、其の斷面の高さは版の厚さ t とす。

(4) 曲げモーメント M_x 及び M_y に因つて、版に生ずる應力を算定するには、 11 に示す如く版を幅 $\frac{1}{2}l$ なる柱間帯 $ABDC$ と、幅 $\frac{1}{4}l$ なる兩側の柱列帯 $ABFE$ 及び $CDHG$ とに分ち、ラーメンとして求めたる正又は負のスパン曲げモー

メントは、其の 45% を柱間帯に、残部 55% は両側の柱列帯に、夫々均等に分布せしめ、負の支點曲げモーメントは、其の 25% を柱間帯に、残部 75% は両側の柱列帯に、夫々均等に分布せしむべし（圖-11 参照）。

(5) 無梁版の縁端が之に沿ひ連続的に支持せられたる場合、其の縁端に接する版の縁端より幅 $\frac{3}{4}l$ の帯に對しては、其の鉄筋量を内部スパンに於ける柱間帯の場合より、 $\frac{1}{4}$ だけ減少することを得。

(6) 無梁版の柱はラーメンの鉛直部材として計算すべし。柱に於ける軸方向力の計算には、柱の兩側に於けるスパンのうち、小なるスパンが大なるスパンの $\frac{2}{3}$ 以下なる場合を除きては、版が柱に單純に支持せられたるものと假定することを得。

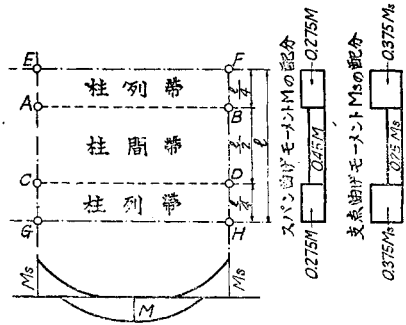


圖-11

解 説

計算方法に就いて、近似解法に依つてよいと規定してあるのは、無梁版の理論的厳密解法がまだ出来て居ないし、版の弾性理論を應用するとすれば、計算が甚だ複雑であるのみならず、之を無梁版に應用するに就いては無理の點も多いので、實用上の目的に對しては、2 方向に主鉄筋を有する無梁版を、互に直交する 2 群に分けて考へ、各々を連続的に支持された弾性固定支承の連続梁、又はラーメンと假定する、次の近似解法に依るのが、便利であると言ふ理由に依るのである。

(1) に就いて

本項は、近似解法の要領を示したものである。

本項に依り、無梁版構造をラーメンと看做して近似解法を行ふ順序は次の如くである。

l_x 及び l_y 方向の柱列線を含む鉛直面に依つて、無梁版構造を切斷し、先づ l_x 方向のラーメンとしての計算を行ひ、次に l_y 方向のラーメンとして計算する。

l_x 方向のラーメンとしての計算をするには、 l_x 方向の柱列線を含む相隣れる 2 つの鉛直断面の間にある部分に就いて考へる。圖-12 (a) は 5 階層の無梁版構造の平面圖で、 B_1B_2 及び C_1C_2 線は上記の鉛直断面を示す。 B_1B_2 及び C_1C_2 断面の間にある無梁版構造を l_y 方向の断面 l_1-l_1 で切つた所が圖-12 (b) に示してある。

之は 1 スパンのラーメンで、其のスパンは l_y 、梁の厚さは t 、梁の幅は l_x 、左右の柱の断面は、 B_1B_2 及び C_1C_2 断面に依つて切られた無梁版構造の柱の半分である。圖-E (a) に於て、 A_2D_2 及び D_1D_2 は建築物の外周壁で、版は之に依つて單純に支持されて居る。此の場合、 l_x 方向の断面 t_2-t_2 で切つた此の建物の断面圖の一部が (c) 圖に示してある。此の (c) 圖のラーメンのスパンは l_x で、梁は (a) 圖の B_1C_1 、 B_3C_3 、 $B_4C_4 \dots$ 線で連續的に支持されるものと看做し、梁の幅は l_y 、厚さは t である。

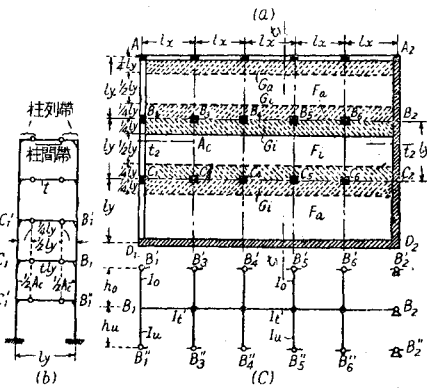


圖-E.

荷重に就いては、普通の 2 方向主鐵筋版に於ては、全荷重を l_x 及び l_y の方向に分擔せしめるのに反し、無梁版の場合には、 l_x の方向のラーメンとして考へるときにも、 l_y の方向のラーメンとして考へるときにも、全荷重を用ひる。そして、最も不利な載荷状態に就いてラーメンの計算をなし、スパンの中央のスパン曲げモーメントの最大値 M 、及び支點曲げモーメント M_s を計算する。

(2) に就いて

(1) に述べた様にして、無梁版構造をラーメンと看做して計算をするとき、版の上下に直接連結する柱の曲げ抵抗のみを考へると言ふのは、圖-E (c) に示す様に、柱は夫等の端 $B_1', B_3', B_4' \dots$ 及び $B_1'', B_3'', B_4'' \dots$ に於て鉸又は固定されたものとして計算を行ふことである。之は、計算を簡單にするための近似法で、斯くしても普通の建築物の場合などには、誤差はあまり大したことがないからである。

(3) に就いて

本項に就いては上記 (1) の解説に述べてある。

(4) に就いて

本項は、前記 (1) に述べた様にして計算した正又は負のスパン曲げモーメント M 、及び支點曲げモーメント M_s の、版の幅に於ける分布を近似的に示したものである。此の數値は、理論的計算の結果を基とし、之に判斷を加へて、實用上便利な様定められたものである。此の數値に就いては、各國の示方書、建築條例などに依り多少の差

がある。本項の數値は獨逸の標準示方書も採用して居るものである。圖-E (a) に於ては、4 つの内部柱列帯 G_i 、1 つの外側柱列帯 G_a 、1 つの内部柱間帯 F_i 、1 つの外側柱間帯 F_a 、及び幅が $\frac{3}{4}l_y$ である特別の外側帯 F_R が示してある。そして之等の帯に、規定された通り、即ち、 M の 45% は柱間帯 F_i に、残りの 55% は兩側の柱列帯 G_i に、 M_s の 25% は柱間帯 F_i に、残りの 75% は兩側の柱列帯 G_i に、夫々齊等に分布するものとする。外側柱列帯 G_a に於ける曲げモーメントは内部柱列帯に於けると同じにする。

(5) に就いて

無梁版の縁端が連続的に支持された場合、例へば 圖-E (a) に示す特別の外側帯 F_R に於ては、普通の外側柱間帯 F_a 及び外側柱列帯 G_a に於けるよりも曲げモーメントが小さいことは明白である。それで、此の外側帯 F_R に於ける鐵筋量は内部柱間帯 F_i に使用する鐵筋量の $\frac{3}{4}$ でよいとしてある。此の數値も理論的計算を基として定めたものである。

以上の様にして、版の各帯が分擔する曲げモーメントが定まれば、鐵筋の配置は、連続版に於けると同様に、曲げモーメント及び剪斷力に適應せしめる。

(6) に就いて

無梁版構造の柱に生ずる曲げモーメントを求めるには、前記の様に、無梁版をラーメンと看做し、其のラーメンの鉛直部材に生ずる曲げモーメントを求める 軸方向力の計算に關する規定は、計算を簡單になすことを主眼とし、誤差が大したものではないと言ふ理由に依つて出來たものである。

第 21 章 柱

第 1 節 設 計 細 目

第 94 條 帶 鐵 筋 柱

- (1) 主要なる帶鐵筋柱の最小幅又は直徑は 20 cm 以上たるべし。
- (2) 帶鐵筋柱に於ける軸方向鐵筋斷面積は、所要コンクリート斷面積の 0.8% 以上 4% 以下たるべし。
- (3) 帶鐵筋の間隔は柱の最小幅又は軸方向鐵筋直徑の 12 倍を超過すべからず。梁と交叉する柱の部分に於ても十分なる帶鐵筋を使用すべし。
- (4) 帶鐵筋柱に於ける軸方向鐵筋の直徑は 12 mm 以上にして、帶鐵筋の直徑は

6 mm 以上たるべし。

解 説

帯鉄筋柱と言ふのは、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。

(1) に就いて

小さい断面の柱に於いては、柱軸の偏倚、軸方向鉄筋の移動、施工中並びに完成後に種々の原因から生ずるコンクリートの缺點等が、大きい断面の柱に較べて、柱の強度に非常に有害な影響を及ぼすから、あまり小さい断面の柱は之を避けなければならない。又、主要な柱は、構造物の強度に重要な關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めなければならない。それで、コンクリート打ち其他の作業が確實に安全に行はれること、鉄筋保護として必要な被り等を考慮して、主要な帯鉄筋柱の最小幅若しくは直径を 20 cm 以上に定めてある。依つて、計算上は 20 cm 以下で十分な場合でも、主要な帯鉄筋柱に於ては、其の幅若しくは直径を 20 cm 以上としなければならない。

(2) に就いて

最小量に就いて

(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、密度の大きいコンクリートを造る妨げとなるから、或る程度まで、コンクリートの壓縮強度が低下する。此の傾向は、鉄筋として型钢を使用する場合に殊に大きい。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げられないのみならず、却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ためには、其の最小斷面積を定める必要がある。

(ii) 小斷面積の軸方向鉄筋は、柱が受け得る荷重の大きさには大きい影響を與へないけれども、コンクリートに局部的な弱點があつた場合、軸方向鉄筋があれば、之等の弱點を通して、壓縮應力を安全に傳達してくれるから、柱の安全度を大ならしめるのに役立つのである。故に、相當な斷面積の軸方向鉄筋を使用するのが適當である。

(iii) 理論上は中心軸方向荷重を受ける柱であつても、實際には、荷重の偏倚其他の原因に因つて、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

抵抗させるためにも、相當な斷面積の軸方向鐵筋を使用する必要がある。

最大量に就いて

(i) 大きい斷面積の軸方向鐵筋を有する帶鐵筋柱に就いての實驗の結果が比較的少いので、其の効果が能く解つて居ない。

(ii) 柱の受け得る荷重を大きくするためには、多量の軸方向鐵筋を使用する帶鐵筋柱よりも、螺旋鐵筋柱を用ふる方が經濟的である。

(iii) 鐵筋とコンクリートとのヤング係数の比を 15 とすれば、軸方向鐵筋の斷面積が、コンクリート斷面積の 7% であるとき、軸方向鐵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きくなる。然れば、斯くの如き柱は、コンクリートを鐵筋で補強した鐵筋コンクリート柱ではないと言ふことが出来る。壓縮力に抵抗すべき部材に於て、餘り多量の鐵筋を使用することは、經濟上からも、一般に不利である。

以上の様な理由から、帶鐵筋柱に於ける軸方向鐵筋の最小及び最大斷面積が規定されるのであるが、其の數値に就いては、各國の規定、建築條例などに依つて、多少の差がある。本條規定の數値は、獨逸、米國などの規定を斟酌して定めたのである。尙、規定には、所要コンクリート斷面積の 0.8% 以上 4% 以下とあるから、耐火構造其他で、特に被りを厚くしたとか、其の他色々の事情で計算上必要以上のコンクリート斷面積を有する柱の場合に、之に入れる鐵筋量は、實際の斷面積には關係なく、其のコンクリート斷面中、計算上必要なる部分のみを考慮すればよいのである。

(3) に就いて

帶鐵筋の目的は、軸方向鐵筋の挫屈を防ぐことと、壓縮力に因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、コンクリートの壓縮強度を十分に利用せんとすることにある。

柱に加はる荷重が小さい間は、軸方向鐵筋の周圍にあるコンクリートは、軸方向鐵筋の挫屈を防ぐけれども、荷重が大きくなつて、コンクリートの破壊に近くなると、コンクリートは軸方向鐵筋の挫屈に對して抵抗力を有しない。故に、柱の軸方向鐵筋は、出来るだけ眞直にし、十分狭い間隔に帶鐵筋を以て横方向に緊結し、鐵筋の降伏點までの壓縮強さを利用し得る様にしなければならない。

Tetmajer の長柱公式

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

で、軸方向鉄筋の直径と、之を横方向に支持すべき長さとの関係を求めるために、上式に於ける σ_k を鉄筋の降伏点強度 2520 kg/cm^2 に採つてみれば

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

之に依ると、帯鉄筋の間隔は軸方向鉄筋の直径の 14 倍以下にすべきことが判かる。それで、帯鉄筋の間隔を軸方向鉄筋直径の 12 倍以下に採れば、軸方向鉄筋の挫屈に對して十分安全である。

又、壓縮應力に因るコンクリートの横方向の膨脹を多少とも防ぎ、十分にコンクリートの壓縮強度を利用し得るために、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。

梁と交叉する柱の部分は、大きい曲げモーメントを受け、従つて軸方向鉄筋が大きい壓縮應力度を受ける惧れがあり、又、構造物全部の弱点となり易い所であるから、普通の部分よりも、多少帯鉄筋の間隔を小さくして、柱が十分の強さを發揮し得る様にすることが大切である。

(4) に就いて

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

又、帯鉄筋が有効に働くためには、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う、實際上 6 mm 以上の直径のものを使用するのが便利であると言ふ理由に依つて、帯鉄筋の直径を 6 mm 以上と規定して居るのである。

第 95 條 螺旋鐵筋柱

(1) 主要なる螺旋鐵筋柱の直径は 20 cm 以上たるべし。

(2) 螺旋鐵筋柱に於ける軸方向鐵筋の數は 6 本以上たるべし。

(3) 螺旋鐵筋柱の有効斷面積は螺旋鐵筋中心線内のコンクリート斷面積とす。

(4) 螺旋鐵筋柱に於ける軸方向鐵筋の斷面積は柱の全斷面積の 0.8% 以上 4% 以下にして、螺

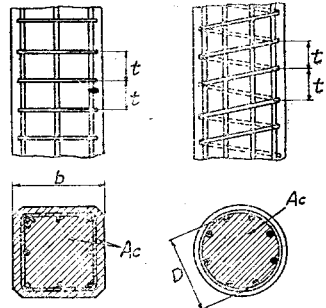


圖-12.

旋鉄筋換算断面積の $\frac{1}{3}$ 以上たるべし。

(5) 螺旋鉄筋の間隔は柱の有効断面の直径の $\frac{1}{5}$ 以下にして 8 cm を超過すべからず。

梁と交叉する柱の部分に於ても十分なる螺旋鉄筋を使用すべし。

(6) 螺旋鉄筋柱に於ける軸方向鉄筋の直径は 12 mm 以上にして、螺旋鉄筋の直径は 6 mm 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、引張主鉄筋である螺旋鉄筋で螺旋状に緊結した、鉄筋配置を有する鉄筋コンクリート柱である。螺旋鉄筋の代りに、之と同等の働きをする環状の鉄筋を用いたものも、螺旋鉄筋柱として取扱はれる。

(1) に就いて

本項は帯鉄筋柱の場合、第 94 條 (1) の解説に述べたと、同じ理由に依るものである。

(2) に就いて

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（なるべく圓に近い形に巻くことが必要である）及び間隔を保たせるためには、螺旋鉄筋の内周に沿つて、相當数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。少くとも、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 本以上を用ひるがよい。

(3) に就いて

螺旋鉄筋柱の試験の結果に依ると、螺旋鉄筋が大きい引張應力を受けて、其の効力を十分發揮するに到ると、螺旋鉄筋の外側にあるコンクリートは剝脱する。

故に、螺旋鉄筋柱の有効断面積としては、螺旋鉄筋中心線内のコンクリート断面積を採らなければならない。

(4) に就いて

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 94 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十分に利用し得るためには、相當な断面積の軸方向鉄筋を使用することが必要であると言ふ、実験の結果に依るのである。

又、軸方向鉄筋の最大断面積を柱の全断面積の 4% と規定した理由も、帯鉄筋柱の場合の第 94 条 (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 4% 以上の軸方向鉄筋を使用することは、不経済で、寧ろ螺旋鉄筋の方を多くした方がよいと言ふ實際上の考慮にも依るのである。然し、螺旋鉄筋が十分其の效力を発揮するためには、前述の様に、之に應ずる丈の軸方向鉄筋を使用する必要があり、又、此の場合軸方向鉄筋は極めて有効に働くから、螺旋鉄筋換算断面積の $\frac{1}{3}$ 以上の軸方向鉄筋断面積を使用することは、實際上適當なのである。

(5) に就いて

本項は実験の結果と、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きいと、螺旋鉄筋が十分其の效力（壓縮應力に因りコンクリートが横方向に擴大せんとするのを防がんとする役目）を発揮することが出来ないことは明白である。

梁と交叉する部分に於て、十分な螺旋鉄筋を使用する必要ある理由は、第 94 条 (3) の解説に述べたと同じである。

(6) に就いて

軸方向鉄筋の直径を 12 mm 以上と規定したのは、帯鉄筋柱の場合、第 94 条 (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 6 mm 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ことの外に、餘りピッチが小さくならないための實際上の考慮に依るのである。

第 2 節 外 力

第 96 条 外 力

(1) 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。

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

(3) 普通の建物に於ける内部の柱の場合、鉛直なる荷重に對しては中心軸方向力

に就いてのみ計算を行ふことを得。縁端の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。

(4) 連続梁を支へる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) に就いて

柱の高さとしては、一般に、横方向に支持されない最も長い距離を採るのが普通である。鉄筋コンクリート柱は、版、梁等と單一體的に造られる場合が多いから、柱として働く理論的高さを正確に求めることは困難である。

本項は、各國の規定を参照し、經驗上から實際に便利であることと、安全であることを考慮して、定めたものである。

短柱と長柱との區別に就いては、第 2 條に、細長比が 45 未満の柱を短柱、45 以上の柱を長柱と定義してある。

(2) に就いて

橋梁、地下道等のラーメンの柱に於ける曲げモーメント及び軸方向力は、理論的計算に依つて、之を求めなければならないことは明白である。此の場合に、外力の算出に用ひる、鉄筋とコンクリートとのヤング係数の比は、10 に採るべきことが、第 73 條 (2) に規定してある。

(3) に就いて

普通の建物等に於ける、内部の柱に働く曲げモーメント及び軸方向力を、理論的に計算することは、場合に依つては不可能であるし、不可能でないにしても非常な手数を要する。而して、斯くの如き手数をかけても、實際上得る餘が餘りないので、計算の容易のために、内部の柱に對しては、普通の荷重に因つて起る曲げモーメントを無視し、中心軸方向力のみを受けるものとして、設計してよいことにしてある。中心軸方向壓縮力に對し十分安全である様に設計された内部の柱は、地震に因る曲げモーメントに對して、相當な安全度を有するのが普通である。

然し、縁端の柱に對しては曲げモーメントを考慮しなければならないが、正確な計算を行ふことは手数が掛るから、概算的の曲げモーメントの値が示してある。W. Gehler 教授の著 *Der Rahmen III.*, Aufl. 1925 に、縁端の柱に於ける曲げモーメントを求めるとの近似式が誘導してある。之に依ると (圖-F 参照)、縁端の柱に生ずる曲げモーメントの値は次の如くである。

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

茲に

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

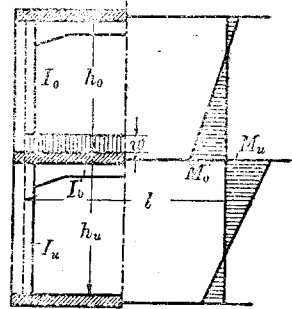


圖-F.

w : 梁の單位長さ當りの等分布荷重

l : 梁のスパン

h_0 : 上層の柱の高さ(階層高さ)

h_u : 下層の柱の高さ(階層高さ)

I_0 : 上層の柱の断面二次モーメント

I_u : 下層の柱の断面二次モーメント

I_b : 矩形梁若しくは丁形梁の断面二次モーメント

である。

普通の建物に於ては、 h_0 と h_u 、 I_0 と I_u とは大差ないから、概算的に $C_0 = C_u$ と假定すれば、縁端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、縁端の柱に對して、曲げモーメントを概算的に $\frac{1}{24}wl^2$ と採つてよいことに定めたのである。

(4) に就いて

連続梁が載つて居る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、其のために生ずる誤差は建物の場合などでは、實際上無視して差支へない程度のものである。故に、計算を簡単にするため、建物などの場合に、連続性を無視して、柱に加はる軸方向力を求めてよいのである。然し、集中荷重を受ける橋梁の連続梁を支える柱などの場合は、本項に依らないのが適當である。

第 3 節 應 力

第 97 條 帶 鐵 筋 柱

帶鐵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。

$$\left. \begin{aligned} P &= \sigma_{ca}(A_c + 15A_s) \\ &= \sigma_{ca}A_i \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

茲に σ_{ca} : コンクリートの許容壓縮應力度 A_c : 柱のコンクリートの斷面積 (軸方向鐵筋斷面積を減ぜず) A_s : 軸方向鐵筋の全斷面積

解 説

帶鐵筋を有する鐵筋コンクリート短柱の許容中心軸方向荷重 P は、コンクリート柱の許容中心軸方向荷重と、鐵筋が受ける荷重との和であると考えることが出来る。

今、 A_c : 柱のコンクリート斷面積

σ_{ca} : コンクリートの許容壓縮應力度

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、正確に言ふと、柱の全斷面積から軸方向鐵筋の全斷面積を減じたものを用ひるべきであるけれども、軸方向鐵筋の全斷面積は、所要コンクリート斷面積の 4% 以下 (第 94 條 (2)) であるから、軸方向鐵筋の存在に因るコンクリート斷面積の減少を無視しても、其の誤差は小さい。故に、簡單のために、軸方向鐵筋斷面積を減じないコンクリート斷面積 A_c を用ひてよいのである。又、

A_s : 軸方向鐵筋の全斷面積

σ_s : 軸方向鐵筋の受ける壓縮應力度

とすれば、軸方向鐵筋が受ける壓縮應力は $\sigma_s A_s$ である。而して、鐵筋とコンクリートとが完全に附着する間は、之等 2 材料に於ける應力は、之等 2 材料のヤング係數に比例する。依つて、鐵筋のヤング係數とコンクリートのヤング係數との比を n とすれば、鐵筋に於ける壓縮應力度はコンクリートに於ける壓縮應力度の n 倍である。それで、 $n=15$ (第 73 條 (1)) とすれば、

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

である。故に、

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

上式が本條に與へられてゐる (10) 式である。

第 98 條 螺旋鐵筋柱

螺旋鐵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

$$\begin{aligned}
 P &= \sigma_{ca} (A_c + 15A_s + 45A_a) \\
 &= \sigma_{ca} A_t \\
 A_a &= \frac{\pi D f}{t} \\
 A_s &\geq \frac{1}{3} A_a \\
 A_t &\leq 2A_0
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

茲に σ_{ca} : コンクリートの許容圧縮應力度 A_c : 柱のコンクリートの有効断面積 (軸方向鉄筋断面積を減ぜず) A_s : 軸方向鉄筋の全断面積 D : 螺旋の直径 f : 螺旋鉄筋の断面積 t : 螺旋鉄筋の間隔 A_0 : 柱のコンクリートの全断面積

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應力度と、軸方向の應力度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、材料の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、效力の甚だ小さいことがわかる。試験の結果も大體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までは、螺旋鉄筋を有しないコンクリート柱と、略々同様な性能を有し、螺旋鉄筋の效力の甚だ小さいことを示して居る。

故に、材料の弾性限度以内で螺旋鉄筋柱の強度を論じようとすれば、螺旋鉄筋の效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、之を有し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ときに其の效力を發揮し、螺旋鉄筋外側のコンクリートが剥脱した後にも、尙、非常に大きい荷重を受け得るものであるから、螺旋鉄筋柱の極限強度を基とし、之に相當な安全率を採つて、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、(11) 式は、次の様にして出したものである。

コンクリートを、粘着力のない、單に摩擦に依つて鈎合を保つ清淨で乾燥した砂であると假定して Rankine の土壓論を應用すれば、軸方向の壓縮應力度 σ_c と、横方向の壓縮應力度 σ_n 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 : 砂の内部摩擦角

今、螺旋鉄筋を、直径が D である中空圓筒に換算して考へるとき、其の厚さを s とすれば、螺旋鉄筋が其の降伏點に於ける引張應力度 σ_s' を生ずるときに、此の圓筒が内部のコンクリートに及ぼす壓縮應力度 σ_h は、

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

である。而して、此の σ_h なる横方向の壓縮應力度を生ぜしめる軸方向の壓縮應力度 σ_v は、(a) 式に依つて、

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

である。然れば、螺旋鉄筋の降伏點に於て、螺旋鉄筋に依つて受け得られる中心軸方向荷重 P_1 は、螺旋鉄筋柱の有効斷面積に σ_v を乗じたも D で、

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

である。

直径が D で、厚さが s である、鋼の中空圓筒が受ける中心軸方向荷重 P_2 は、鋼の壓縮應力度に對する降伏點を引張應力度に對する値 σ_s' に等しいと假定すれば、

$$P_2 = \sigma_s' \pi Ds$$

である。依つて、 P_1 と P_2 との比は、

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

依つて、

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

此の結果からみると、鋼を螺旋鉄筋として使用すれば、其の降伏點に於て、軸方向鉄筋として使用する時の大約 2~4 倍位有効に働くと言ふことが想像される。而して、螺旋鉄筋柱の試験の結果に依ると、螺旋鉄筋は柱の破壊荷重に於て、之を軸方向鉄筋として使用したときの 2.4~4 倍位有効に働くことを示して居る。

以上のことから考へると、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_1 は、鉄筋を有しないコンクリート柱の破壊強度と、軸方向鉄筋の降伏點に於ける強度と、螺旋鉄筋を軸方向鉄筋として使用するときの降伏點に於ける強度の 2.4~4 倍との和に等しいものと考へることが出来る。但し、螺旋鉄筋柱に於て、螺旋鉄筋が其の降伏點の引張應力度を生ずるに到れば、其の外側のコンクリートは剝脱するから、螺旋鉄筋柱に於けるコンクリートの有効斷面積は、螺旋鉄筋中心線内の斷面積を採らなければならない。依つて、

σ'_c : 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壓縮應力度

A_c : 螺旋鉄筋中心線内のコンクリート斷面積、即ち螺旋鉄筋柱の有効斷面積

σ'_s : 鉄筋の降伏點に於ける壓縮應力度

A_s : 軸方向鉄筋の全斷面積

D : 螺旋の直径

f : 螺旋鉄筋の斷面積

t : 螺旋鉄筋の間隔

A_a : 螺旋鉄筋を軸方向鉄筋に換算したときの斷面積 $= \frac{\pi D f}{t}$

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壓縮應力度を σ_{ca} とすれば、コンクリートに許容壓縮應力度 σ_{ca} が働く状態に於ては、

$$\sigma'_c = n \sigma_{ca} = 15 \sigma_{ca}$$

と採ることが出来る。又、(e) 式の (2.4~4) と言ふ數字の平均値として 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。

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

(f) 式が本條の (11) 式である。

而して、(11) 式に依つて許容中心軸方向荷重を計算するためには、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 95 條に適合するものでなければならないことは勿論である。

尙、本條には、(11) 式に就いて $A_i \leq 2A_0$ 、茲に A_0 : 柱のコンクリートの全斷面

積なる条件がある。之は、多量の螺旋鉄筋を使用したときに (11) 式が不都合になると言ふ理由から設けた条件ではなく、実験の結果に依ると、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略、同量の縮みを生ずるときに、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 の安全率を考へたことに依るのである。螺旋鉄筋の最小量は規定してないが、餘り少量の螺旋鉄筋を使用するときは、(11) 式に於ける A_c の値が、帯鉄筋柱の許容中心軸方向荷重を與へる (10) 式に於ける A_c の値よりも小さいために、(11) 式に依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帯鉄筋柱として (10) 式に依つて計算した値よりも小さくなる。それで、螺旋鉄筋が有效であるために、自ら其の最小量が定まるのである。

実験の結果も以上の通りで、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いに減じ、螺旋鉄筋の内部にあるコンクリートの荷重負擔能力が、コンクリートの全斷面積で受け得る荷重よりも小であることを示して居る。

(11) 式で計算した螺旋鉄筋柱の許容軸方向荷重の値が、螺旋鉄筋を無視して、帯鉄筋柱として (10) 式で計算した値よりも大きいために必要な A_a の最小値を計算して見ると、(11) 式に於ける A_c を (10) 式に於ける A_c の 75% と假定するとき、(10) 式の A_c の 0.56%、(11) 式の A_c の 0.74% である。

螺旋鉄筋の最小間隔は、コンクリートが十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、3 cm を最小値と考へてよい。

$$A_s \geq \frac{1}{3} A_a \text{ なる條件に就いては、第 95 條 (4) の解説に述べてある。}$$

第 99 條 長 柱

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乘じて之を求むべし。

$$1.45 - 0.01 \frac{h}{i} \dots\dots\dots (12)$$

茲に h : 柱の高さ i : 柱のコンクリート斷面の最小回轉半径

解 説

コンクリートは施工に於ける少しの不注意に依つて、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、柱の高さが大きい程、コンクリートに弱點の

生ずる機会が多い。之がために、齊等質材料に於ける短柱と長柱との強度の差以上に、鐵筋コンクリート長柱の強度が減ずる。又、鐵筋コンクリート長柱の強度に關する實驗の結果も少い。それで、重要な鐵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、なるべく、短柱として働き得る様に、高さと最小横寸法との關係を設計するのが一般である。然し、特別の場合には、長柱を用ひなければならぬから、長柱の許容中心軸方向荷重を求むべき係数が、本條に與へてある。但し、長柱の使用をすゝめて居るのではない。

第 2 條に、細長比が 45 未満の柱を短柱、45 以上の柱を長柱と言ふ、と定義してある。

柱の細長比とは、柱の高さと、柱の斷面の最小回轉半徑との比であり、最小回轉半徑とは、斷面の最小斷面二次モーメントを其の斷面積で割つたものゝ平方根である。

細長比 45 を以て短柱と長柱との境としたのは、獨逸、米國等の標準示方書を参考に於て、十分安全な値を選んだ結果である。

鐵筋コンクリート長柱の強度を計算するために用ひられる式は、世界各國の規定に於て區々である。之は、鐵筋コンクリート長柱の實驗の結果が甚だ少いことにも依るのである。

本條に與へてある係数は、オイラーの長柱公式に基いたもので、壓縮應力度の變化に因るコンクリートのヤング係數の變化をも考慮して居り、鐵筋コンクリート長柱の試驗の結果に適合するものであつて、獨逸の標準示方書の値に近いものである。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係數を、柱の細長比の函數として示す様に立花次郎君が工夫したものである。

鐵筋コンクリート柱の斷面の最小回轉半徑を計算するには、理論上から言ふと、軸方向鐵筋に就いても考慮すべきであるが、軸方向鐵筋を無視して、柱のコンクリート斷面に就いて最小回轉半徑を計算すれば、計算が容易であり、又、安全な結果が得られるので、コンクリート斷面の最小回轉半徑を採ることにしてある。依つて、矩形斷面柱のとき、柱の高さが最小幅の 13 倍以上、圓形斷面柱のとき、高さが直徑の 11.3 倍以上のとき長柱である。

第 100 條 偏心軸方向荷重を受くる柱

- (1) 偏心軸方向荷重を受くる短柱及び長柱の壓縮應力度は、次々式に依りて求

むべし。

短柱に對し
$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} \pm \frac{Ne}{I_i} y \dots\dots\dots(13)$$

長柱に對し
$$\sigma_c = \frac{N}{A_i \left(1.45 - 0.01 \frac{h}{i} \right)} \pm \frac{Ne}{I_i} y \dots\dots\dots(14)$$

茲に σ_c : コンクリート断面の縦壓縮應力度 N : 軸方向力 A_i : コンクリート全斷面積に鐵筋斷面積の 15 倍を加へたる等値全斷面積 I_i : A_i の圖心線に関する斷面二次モーメント e : A_i の圖心線より N の作用點までの距離 y : 圖心線より應力度を求むる點までの距離 h : 柱の高さ i : 柱のコンクリート断面の最小回轉半徑

前式にて求めたる壓縮應力度は第 75 條 (2) 式の許容曲げ壓縮應力度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小なることを要す。

(2) 前式に於て断面の一方に引張應力の生ずる場合にも、引張應力度の絶對値が第 75 條 (1) 式の許容壓縮應力度の $\frac{1}{5}$ 以下の場合に限り、前式を用ひて壓縮應力度を計算することを得。此の場合に於ても引張應力は盡く鐵筋にて之を採らしむべし。

解 說

(1) に就いて

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ときに、軸方向壓縮力 N の作用點が、柱の軸に直角な断面の心 (core) の内にあるときには、其の断面に引張應力を生じない。故に、應力度の計算には、等値断面を用ひて、單一體材料からなる柱が偏心軸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應用することが出来る。

(13) 式は、柱の断面が對稱軸を有し、軸方向壓縮力 N の作用點が、對稱軸上に於て、断面の心内にある場合の壓縮應力度の計算式である。

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

之等の式で求めた壓縮應力度が許容曲げ壓縮應力度 (軸方向應力を伴ふ場合を含む) を超過してはならないこと、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さくなければならないことは明白である。

(2) に就いて

軸方向圧縮力 N の作用点が断面の心の外にあるときには、断面に引張応力が働く。此の場合、引張応力は、總て之を鉄筋で受けさせるとすれば、應力度を計算するために中立軸の位置を求めるには、3次方程式を解かなければならないから、應力度の計算は (13) 又は (14) 式を使用する場合の様に簡単ではない。

断面の一部に引張応力が生ずる場合でも、其の絶対値が第 75 條 (1) 式に示してある許容圧縮應力度の $\frac{1}{5}$ 以下である場合には、(13) 式で計算した圧縮應力度の値と、コンクリートの引張強さを無視して計算したときの値との差は、多くとも 5% に過ぎない。故に、計算を簡単にするために、以上の場合の圧縮應力度の計算に、(13) 式を用ひて差支へないとしてあるのである。然し、引張應力度が許容圧縮應力度の $\frac{1}{5}$ を超過した場合は、コンクリートの引張強さを無視した計算方法に依り、應力度の計算を行はなければならない。

前述の如く、コンクリートに於ける引張應力度が許容圧縮應力度の $\frac{1}{5}$ 以下である場合には、(13) 式又は (14) 式に依つて圧縮應力度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ための方便で、コンクリートの引張強さを考慮に入れて安全であると言ふ意味ではない。故に、断面に生ずる引張応力はコンクリートの協同作用に俟つことなく、總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。