

第13章 型 枠 工

§ 250. 概 説

コンクリート又は鉄筋コンクリート構造物に所要の形状、寸法を與へる爲には、型枠を用ゐなければならない。

型枠は、直接コンクリートに接觸する木材又は鋼の堰板と之を連結する爲に用ゐられる水平又は鉛直の棧とからなる所謂型板と、型板を所定の位置に固定せしめる爲の支柱、間柱、斜柱、貫材、繫材、等の所謂支保工とから成立つ。

型枠は、設計に示されたコンクリートの位置、形状及び寸法に正しく一致させ、堅牢で、荷重、乾濕、振動機の影響、等によつて、狂ひを生じない構造としなければならない。又、其の形状及び位置を正確に保たせる爲め、適當の施設をする必要がある。

型枠は、容易に且つ安全に之を取外すことができ、其の繼目はなるべく鉛直又は水平とし、且つ、モルタルが漏出する虞れの無い構造としなければならない。

壁、柱などの型板及び支保工は、比較的簡單であるけれども、床版、梁などになると多少複雑になり、アーチなどになると、支保工としてトラスを用ゐなければならない様な場合も尠くない。

型枠は、一時的の構造物である爲に、多少輕視される傾向があるけれども、實は、コンクリートの施工に於て極めて重要な部分を占めるものである。コンクリート構造物の形状及び寸法は、一つに型枠によつて得られるのであるばかりでなく、工費の上から言つても、型枠費は全工費の1割5分乃至4割位迄に達するのであるから、其の設計及び製作に就いては、特に熟練と經驗とを必要とする。従つて、技術者の手腕を揮ひ得る範圍も極めて廣い。型枠に關する智識、熟練、及び經驗が乏しいために、型枠の強度が不十分であつたり、過早に型枠を取外したりした爲に、失敗した例は決して尠くない。構造物が破壊しない迄も、壁が膨れたり、床版や梁がたるんだり、曲つた煙突が出來たりするのは、皆、型枠の不完全から來るのである。要領を得た、材料及び組立ての型枠を使用する鉄筋コンクリート工事は、一般に、立派に竣工するもので、工事が優良であるか否かは、型枠を見れば、ほど、判斷がつくものである。

型枠には、鋼製と木製とがある。我國では、木製のものが一般に用ゐられて居るけれども、歐米では、鋼製のものも大分使用されて居る。木製のは、元價が安いこと、軽いこと、

細工が自由で且つ容易であること、等が特徴である。然し、反覆使用すると、板の表面に毛羽が立つて来てコンクリートに附着し、其の取外しに困難を生じたり、隙間が出来たりするのみならず、破損し易いから、木製型枠をあまり多くの回数反覆使用することは困難である。

木製型枠を使用すべきか、鋼製型枠を使用すべきかは、是等の元價と使用回数、構造物の種類、型枠の組立て及び取外しに要する工費と時間、コンクリート表面の仕上がり、等を考慮し、全體として経済的である方を選ばなければならない。鋼製型枠に就いては、第 4 節に述べることとし、次には、木製型枠に就いて記述する。

型枠は、少くとも全 1 日間のコンクリートを打込む丈けを、準備する必要がある。そうでないと、コンクリート打ちの作業手が時間を浪費することになるからである。それで、大工事になると、2 日乃至 3 日間のコンクリート打ちに十分な丈けの型枠を作つて置く必要がある。斯くすれば、型枠が出来ない爲に、コンクリート打ちを中止したりする必要が起らないから、工事を順調に進捗せしめる上に於て好都合である。

第 1 節 型枠の設計及び製作に就いて 注意すべき事項

○ § 251. 形状寸法が正しく且つ堅牢で、實際上變形を生じないこと

コンクリート構造物をして、設計通りの形状寸法を有せしめる爲には、型枠を正しい形状寸法に作る必要がばかりでなく、型枠が十分堅牢で、實際上變形を生じないものでなければならない。之が爲に、型板及び支保工は、十分な支持力を有することが必要である。此の點に關し、鐵筋コンクリート標準示方書は、第 49 條 (1) に、次の様に規定して居る。

『型枠は設計に示されたるコンクリートの位置、形状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爲め、適當の施設をなすべし。』

型板及び支保工の設計は、普通、經驗から各人勝手な標準で定めて居るが、重要な土木構造物及び 5 m 以上の階高を有する建築物、等に於ては、安全を期する爲に、其の強度と變形とを檢算して見る必要がある。地表面から 8 m 以上離れて居る床版若しくはアーチを造る場合、或は重い荷重を受ける構造部分に對しては、トラスの支保工を使用することが多いが、是等の場合にも、主要部分に就いては、強度計算を行はなければならない。其の計算方法は、木橋の場合に準ずればよい。

總て、支柱は沈下しない様に、其の受ける荷重を適當な方法に依つて地盤に一樣に分布させなければならない。支柱の長さが大きい場合には、バククルしない様に、繫材及び筋違、等で、固定することが肝要である。

以上の點に就いて、鐵筋コンクリート標準示方書は、次の様に規定して居る。

『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。』

重要な型板及び支保工の強度計算に用ゐるコンクリートの自重及び横壓力、施工中に型板及び支保工に加はる活荷重及び其の衝撃、等の値に關する普通の標準は、次の如くである。

コンクリート又は鐵筋コンクリートの自重は、 2400 kg/m^3 と採つてよい。

○ **コンクリートが型板に及ぼす横壓力**は、コンクリートの流動性、部材の高さとコンクリート打込みの速度、溫度、等によつて異なる。コンクリートが液體に近い程、換言すれば流動性が大きい程、横壓力が大きい。使用水量の多いコンクリートは、凝結が遅いから、コンクリート打込みの同じ速度と溫度とに對して、使用水量の小さいものよりも大きい壓力を及ぼす。

コンクリート打込みの速度は、横壓力に大きい關係がある。例へば、柱のコンクリートを打つのに、大約 30 cm 位の層に分けて十分ゆつくり打ち上がれば、最上層のものを打ち終る時分には、下層のものは凝結して居るから、コンクリートが型板に及ぼす横壓力は左程大きくない。然し、コンクリートを一度に頂迄打つてしまへば、型枠は柱全體の高さに相當する丈けの横壓力を同時に受ける。依つて、壁や柱のコンクリートを打つ時には、一度に頂まで打ち上げずに、運搬して來たコンクリートを適當に分配して、靜かに打ち上げるがよい。

之は、コンクリートをよく落ちつかせ、材料の分離を防ぐ上からも、大切のことである。一般に、ミキサの能力が大きいこと、打つべきコンクリートの斷面が小さいこと、等は、コンクリート打込みの速度を大ならしめ、従つてコンクリートが型板に及ぼす横壓力を大ならしめる。

同じコンクリートを同じ速度で打込むとすれば、溫度の高い時は、コンクリートの凝結が早いから、寒い時よりもコンクリートが型板に及ぼす横壓力が小さい。従つて、冬は夏よりも堅牢な型枠を必要とする譯である。

以上の様に、コンクリートが型板に及ぼす横壓力は、種々の事情によつて異なるものであるが、型枠の強度計算の場合、次の値が参考になる。

鐵筋コンクリートに最も普通に使用される配合及び水量のコンクリートが、堰板に及ぼす壓力度は、常溫に於て、1 時間につき高さ 3 m の速度でコンクリートを打つ時 3900 kg/m^2 位、

1.2 m の速度の時 3 400 kg/m² 位、0.6 m の速度の時 2 900 kg/m² 位であり、比較的使用水量の多い時は、上記の値が 20 % 乃至 25 % 減ずる。非常に富配合の時には、圧力度が上記よりも 40 % 乃至 60 % 増加し、貧配合の時は、10 % 乃至 15 % 減少する。暑季に於ては、常温時よりも圧力度が減ずる。38°C で打つた時の圧力度は、16°C の時の 60 % 乃至 70 % である。

振動機を使用する時は、型枠を特に堅牢に作らなければならない。実験の結果によると、振動機を型枠に取付ける場合、底部のコンクリートが堰板に及ぼす圧力度は、打つたコンクリートが全部液體である時に及ぼす圧力度に近い様である。それで、コンクリートを 2 300 kg/m³ 以上の重量を有する液體と考へて、型枠の各部を設計する必要がある。

建造中に、型枠に加はる活荷重としては、床版の堰板及び小梁に對し、350 kg/m² と採れば安全である。但し、撓みを計算する時には 200 kg/m² に採つてよい。それは、コンクリートを打つてしまへば、型枠にかゝる荷重は、コンクリートの自重のみとなるからである。

曲げモーメントを受ける型枠部材の最大撓みは、次の値を超過してはならない。

型板が鉛直な等分布荷重を受ける時は、建造中に加はる 350 kg/m² の活荷重を計算に入れて 3 mm、小梁及び小梁を支へる大梁では、死荷重及び 200 kg/m² の活荷重を計算に入れて 3 mm、横壓力を受ける部材に對して 3 mm。

型枠が荷重の爲に單に破壊しないことを要するものとすれば、比較的小さい寸法の木材で足りるけれども、實際上變形を起さ無いことを要する點からすれば、單に荷重を支へると言ふ方から計算したものよりも、遙かに大きい寸法のものを用るなければならない。それで、型枠の設計に當りては、一々型枠部材の寸法を計算せず、各人の經驗による標準に従つて、各部の寸法を定めるのが普通なのである。

§ 252. 木 材

木製型枠の製作には、松材が多く用られる。之は價も廉であるし、又、種々の大きさのものを得るにも便利である。木に含まれる水分の變化による膨脹收縮の爲に、型枠に生ずる狂ひを小ならしめる點からは、杉材の方が優つて居る。それで、コンクリートに接する堰板には杉材を用る、其の他の部分には松材を用ることがある。支保工の支柱、斜柱などには、我國では、杉丸太が多く用られて居る。支柱の上下の承け又は楔には、堅木が用られる。

木材は、大節、死節、腐朽、割、裂、曲り、入皮、ねじれ、等の缺點の無いものを用なければならない。

木材は中位に乾燥したものが宜しい。あまり乾燥したものをを用ると、コンクリートから水を吸収して型板が膨れる惧れがあり、又、全く生の木材を用ると、コンクリートを打つ

迄の間に乾燥して隙が出来たり、狂ひを生じたりする。]

型板及び支保工の強度計算に用ゐる木材の許容應力度は、第 27 表の値を標準としてよい。

第 27 表 木材の許容應力度 (kg/cm²)

		松	杉	檜	樺
引 張 應 力 度		120	85	120	140
壓 縮 應 力 度		65	50	70	90
曲 げ 應 力 度		95	85	120	140
剪 断 應 力 度	纖維の方向に於て	9.5	9.5	10.0	14.0
	纖維に直角の方向に於て	9.5	7.0	12.0	14.0
支 壓 應 力 度	纖維の方向に於て	120	85	120	140
	纖維に直角の方向に於て	65	49	70	90

撓みの計算に用ゐる弾性係数は、松材で 84 000 kg/cm² 位に採ればよい。

普通に用られる木材の寸法は、次の如くである。

●床版の堰板、厚さ 2.6 cm

壁の堰板、梁及び柱の側板、厚さ 2.6 cm 乃至 5 cm

梁の底板、厚さ 5 cm

小梁、断面 5 cm × 10 cm 乃至 7.5 cm × 25 cm で、5 cm × 15 cm 位が普通の大きさである。

柱型枠の軀、断面 7.5 cm × 10 cm 乃至 10 cm × 10 cm

間柱、棧、貫材、断面 5 cm × 10 cm 乃至 15 cm × 15 cm

支柱、断面 7.5 cm × 10 cm 乃至 15 cm × 15 cm

若し以上のものよりも大きい寸法のことを必要とする場合には、以上のものを重ね合せて用ゐるのが便利である。又、以上の大きさの木材を仕上げれば、厚さ 5 cm 迄の板で約 5 mm、断面 5 cm × 10 cm 乃至 15 cm × 15 cm 迄の木材で 6 mm、15 cm × 15 cm 以上のもので 12 mm 位、寸法が減ずる。

板は薄くなると、連続する纖維の数が少くなるから、材質が著しく弱くなる。

床材の長さを特に指定する時には、なるべく無駄の出ない様な長さを選ぶことに注意する。それで、小梁、間柱、棧、支柱、梁の底板、等に用ゐる木材の長さを指定する時には、なるべく市場の販賣寸法に近いものを注文するがよい。然らざれば、非常に高價なものを買はなければならない場合が多い。板は繼合せて用ゐることが容易であるから、市場販賣の長さのものを購入するのが普通である。]

§ 253. 作 業 場

型枠製作の作業場は、材料置場と兼用することが多いが、材料の出入れ、保存、選擇、加工の自由、等の爲に、之を相當大きく造るのが適當である。作業場には、小物製材機を設備するのが便利である。

降雨により水分を含ませたり、降雪によつて凍結させたりすると、木材の工作上不利であるのみならず、材質を低下させるから、木材の貯藏についても、相當の注意が肝要である。

○ § 254. 釘

型枠用の釘は、普通の丸釘で、直径は 2.4 mm から 4.6 mm 位迄、長さは 44 mm から 152 mm 位迄のものである。普通の丸釘 1 樽は、正味 60 kg 入りである。

第 28 表 は、普通の丸釘の長さ、直径、及び 1000 本に付いての重量を示す。

第 28 表 普通の丸釘の寸法及び重量

稱呼 (1例)	長 さ		直径 mm	重量 1000本 に付 kg	稱呼 (1例)	長 さ		直径 mm	重量 1000本 に付 kg
	mm	寸				mm	寸		
寸 四	44	1.5	2.4	1.56	二 四	76	2.5	3.4	5.14
寸 六	51	1.7	2.4	1.76	二 八	89	2.9	3.8	7.31
寸 六	51	1.7	2.7	2.14	三 二	102	3.3	4.2	10.2
寸 八	57	1.9	2.7	2.44	三 六	114	3.7	4.2	11.8
二 寸	64	2.1	2.7	2.74	四 寸	127	4.2	4.6	15.6
二 寸	64	2.1	3.0	3.41	五 寸	152	5.0	5.2	22.5

猶ほ、釘 1000 本の重量 は、大體次式で計算出来る。

$$g = 6.20 l d^2$$

茲に、 g は重量 (kg)、 l は釘の長さ (cm)、 d は釘の直径 (cm) である。依つて、1 kg の釘の數 n は、

$$n = \frac{161}{7 d^2}$$

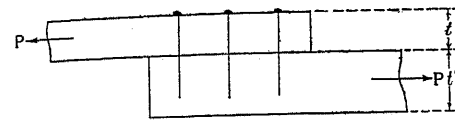
釘の引抜きに對する附着應力度は、大約 40 kg/cm² と考へれば安全である。

型枠の取外しに際し堰板を取外す様な場合、堰板の釘付けに使用する釘の長さは、堰板の厚さの約 2.5 倍とし、堰板を堅固に釘付けにする場合、例へば羽目型板を作る場合には、堰板の厚さの約 3.5 倍とする。

釘が 第 93 圖 の様に剪斷力を受ける時、釘の直径 d (cm) を約、

$$d = 0.115 t$$

第 93 圖



に採れば、1本の釘が受け得る最大力 P (kg) は、大體次式で計算出来る。

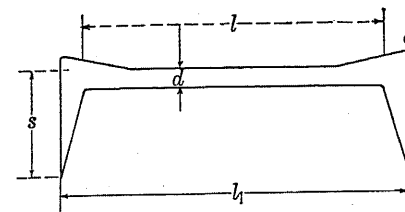
$$P = 2.05 t^2$$

茲に、 t は薄い方の板の厚さ (cm) である。

○ § 255. 鋸

型枠用の鋸は、鐵筋材の切れ端しから作るがよい。普通に用ゐられる鋸の寸法は (第 94 圖 参照)、徑 $d = 14 \text{ mm} \sim 22 \text{ mm}$ 、渡り $l = 25 \text{ cm} \sim 30 \text{ cm}$ 、爪 $s = 7 \text{ cm} \sim 9 \text{ cm}$ である。

第 94 圖



$l_1 > l$ である様に作つておくと、鋸を打ち込んだ時に、接合する 2 つの木材を互に引寄せられる様になるから、兩者を密着させる効果がある。猶ほ、製作の時に角を叩いて、圖に a と示してある肩をつけておくと、爪が傾斜するのを防ぐのに甚だ有効である。爪の方向が互に直角に向ふ手違ひ鋸も

用ゐられる。

§ 256. ボ ル ト

型枠用ボルトは、普通、第 95 圖 に示す様なもので、頭は正方形断面又は六角形断面、ナットは正六角形断面とし、頭の厚さ H_0 、ナットの厚さ H 、座鐵の厚さ t は、ボルトの直径を d とする時、大約、

$$H_0 = 0.8 d, \quad H = d, \quad t = 0.4 d$$

であり、ボルトの長さ l (mm) は、

$$l = e + t + H + 5$$

である。ネジは山ネジとし、其のピッチ h (mm) は、

$$h = 0.008 d + 1$$

ネジの谷の直径 d_1 (mm) は、

$$d_1 = 0.9 d - 1.3$$

ボルトの重量 g (kg) は、 d 及び l を cm で示す時、大約

$$g = (0.039 d + 0.0062 l) d^2$$

である。猶ほ、六角ボルトの標準寸法は、JES 第 98 號に示してある。

型枠用のボルトは、其の利用範囲を大きくする爲に、普通の目的に對するものよりも、ネジの長さ s を大きくし、 $s = 200 \text{ mm} \sim 250 \text{ mm}$ にするのが適當である。ボルトは、其の使用後にネジを掃除し、之に塗油することを忘れてはならない。

○ § 257. 堰 板

「木材堰板には、死節其の他の缺點のないものを使用する。眞去材でない、龜裂や歪を生じ易い。曲木を無理に製材して、木材成長の目を切つた所謂「アテ木」は、非常に歪み易く、乾燥する時、鋸や釘止めを反り飛ばすことがあるから、之の使用を避けなければならない。

「堰板のコンクリートに接する面は、一般に、鉋仕上げとする。依つて、堰板を作るには、板を原型の儘、鉋削りし、順次棧積し、空氣の流通をよくして乾燥させ、然る後、所要の寸法に切る。木材は、乾燥により、常に狂ひを生ずるから、原材の幅及び長さの餘裕は、大きい方がよい。

コンクリート面が露出しない時、又は粗面で差支へない露出面に對する堰板には、仕上げをしない板を用ゐてもよいけれども、板の表面が平滑でない、コンクリートの仕上り面が汚いばかりでなく、型枠を取外すにも困難を感じる。それで、一般に、コンクリートに接する面は鉋仕上げとする。四側面を鉋仕上げにした板を用ゐれば、仕上げの工費は大きくなるけれども、板の流用が容易であること、大工が板を大切に使用すること、繼目其の他の作業が容易になること、等の爲に、反つて利益となる場合が多い。床、梁及び支材の類に角材を用ゐれば、型枠組立ての作業が非常に容易になる。

「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、之に塗油しなければならない。堰板に就いて、鐵筋コンクリート標準示方書は、次の様に規定して居る。

『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。』

○ § 258. 支 柱

「支柱用の木材は、なるべく眞直に成長したものを用ゐ、末口 7 cm 以下のものは使用しな

い。支柱の高さが大きい時には、繫材及び筋違を設ける。其の強度について疑ひある時は、安全度を計算して見る必要がある。

「建築物の場合には、1組の支柱のうち、版の下では其の数の $\frac{1}{2}$ 、梁の下では其の数の $\frac{1}{3}$ は、繼いだ支柱を使用してもよいが、2個所以上で繼ぎ合せた支柱を使用してはならない。繼いで作つた支柱は、なるべく齊等に之を配置する必要がある。鉛直な支柱の繼目の面は、水平にして、よく密接させ、繼目に於ける破壊を防ぐ爲め、繼手に長さ 70 cm 以上の添板を釘付けする。添板の数は、支柱が圓形断面の時3本、支柱が4角形断面の時4本とする。バックリングを防ぐ爲め、繼目の位置は、柱の中央 $\frac{1}{3}$ 以外とする必要がある。支柱の上下端に於て、支柱が之に接する縦材に押し込まれる恐れある時は、此の部分に堅木若しくは鐵板を挟むがよい。

曲げモーメントを受ける支柱に、繼目を有する木材を使用することは、禁じなければならない。

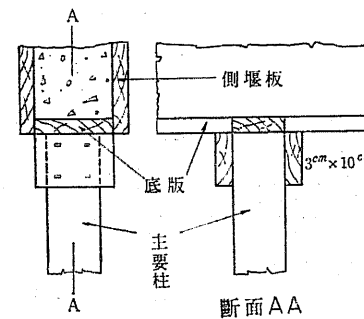
多階層の構造物に於ては、其の上階の支柱の荷重が、直接下方の支柱に傳へられる様に、下方のもの直上に上方のものを配置する。

支柱が地盤にのる場合には、地盤上に厚い板又は角材を置いて、支柱の下敷とする。地盤が悪い時には、支柱の基礎に就いて、特別の工法が必要である。』

○ § 259. 主 要 支 柱

建築物などに於ては、床版又は梁などの支柱の或るものを、型枠の他の部分を取去つた後、更に1週間乃至2週間永く存置することがある。斯の如き支柱を、主要支柱と言ふ。

第 96 圖



主要支柱は、之の上にある型板を取外し、之のみを最後まで残し得る様に、初めから設計しておかなければならない。』

建築物の各階に於ける主要支柱は、出来るだけ正しく、下方のもの直上にある様にする。スパンが 8 m 位迄の小梁では、各小梁の中央に1本の主要支柱を設ければよい。大梁及びスパンの大きい小梁 (大約 8 m 以上) では、數本の主要支柱を用ゐる。』

スパン 3 m 以上の版に於ては、版のスパンの中央に主要支柱を設け、版のスパンに直角の方向に於ける其の間隔は、 6 m 以下とする。

第96圖は、主要支柱と梁の底堰板との接合部の構造の1例を示す。

○ § 260. 堰板の継目

堰板の継目は、よく密接させて、モルタルが流出しない様に、之を作らなければならない。

型枠の継目は、なるべく鉛直又は水平にする。之は、仕上げ面の外観をよくするため、又、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、大切である。鉄筋コンクリート標準示方書は、此の點に關して、第 49 條(2)に、次の様に規定して居る。

『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。』

丁寧な仕事では堰板の継目を凹凸の継目にすることもあるが、衝頭継目が普通である。水密な継目を作るには、板を隙間なく張らなければならない。之が爲め、例へば、幅 b の板 n 枚を張るのに、 nb よりも少し狭い全幅を取つて、此の間に n 枚の板を少し長い釘で無理に張合せることもある。但し、此の場合には、板が水を吸つて膨れ上らない様に、板に油其の他を十分塗る必要がある。板が水分を吸収して膨脹する爲めに生ずる型枠の變形を防ぐには、第 97 圖 の様に、板の一端を斜に切り缺いて接合するのが、甚だ有效である。

木材が乾燥した爲に継目が隙いた時には、水をかけて濡蕙で覆つて置けばよい。型板を長い間反覆使用した時の様に、どうしても隙間のなくならない時には、堰板を張り直すか、又は、隙間に襤褸又は粘土などを填充し

第 97 圖 堰板の継目



なければならない。板に死節があつたり、又は継目の角に小さい穴が出来たりした時には、鉄力板の類を釘で打附けるがよい。』

○ § 261. 面 取 り

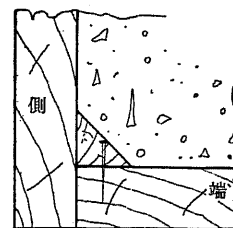
「コンクリートの隅角に面取をすることは、耐火、美觀、等の爲に必要であるのみならず、型枠取外しの際及び竣工後、衝撃其の他によるコンクリート隅角の破損を防ぐ爲にも必要である。之が爲には、型枠の隅角に適當な三角材を取付けておかなければならない。此の點に關し、鉄筋コンクリート標準示方書は、次の様に規定して居る。

『第 53 條 面 取 り

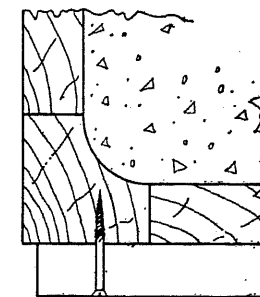
特に指定なき場合には、型枠の隅角に面取りをなすため、適當の三角材を取付くべし。』

第 98 圖 は、梁又は柱の型枠の隅角に面取りをする爲の、三角材の取付け方を示す。三角材は、圖の様に、端の堰板丈けに釘付けする。若し、側の堰板にも釘付けすると、型板取外

第 98 圖



第 99 圖

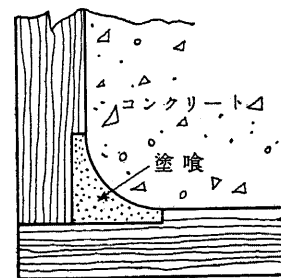


しの際に、堰板の破損する惧れがある。

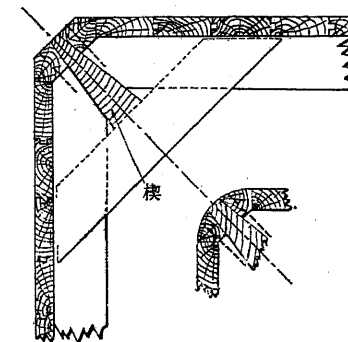
第 99 圖 及び 第 100 圖 は、コンクリートの隅角に丸身をつける場合の堰板の組立て方で、前者は木片を用ゐる場合、後者は、漆喰などを用ゐて内面に丸身をつける場合である。

第 101 圖 は、コンクリートの内角に面取をする場合の堰板の組立て方の 1 例で、圖の様

第 100 圖



第 101 圖



に楔の働きをする木片を挿入すれば、堰板の取外しが頗る容易に出来る。』

○ § 262. 一時的開口

「コンクリートを打つ前に、凍結の惧れある場合のほかは、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、一般に必要である。此の汚水を流す爲め、又、型枠及び鐵筋配置の検査を容易にする爲に、柱、壁などの型枠の底部又は大きな梁の底板などに於ては、豫め適當な大きさの一時的開口を設ける必要がある。一時的開口は、愈々コンクリートを打つ時に、之を塞ぐべきことは勿論である。

又、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、§ 158 に述べてある通り、型枠の適當の箇所に投入口を設けて、コンクリート打ちの際、型枠又は鐵筋にコンクリート

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。』

一時的開口に就き、鉄筋コンクリート標準示方書は、次の様に規定して居る。

『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。』

○ § 263. 型枠の反り又は上げ越し

『型枠は、十分堅固に作り、打つたコンクリートの重量などによつて、實際上狂ひを生じない様な構造にするけれども、全然撓みを生じない型枠を作ることは出来ないし、又、型枠の構造によつては、相當な撓みを初めから覚悟しなければならない場合もある。型枠を取外せば、構造物は静荷重のために撓みを生ずる。それで、型枠を取外した後、設計通りの形状の梁其の他を造る爲には、型枠を是等の撓みに相當する丈け高めておく必要がある。斯く型枠を高めて作ることを、型枠に反りを付けると言ふ。』

鉄筋コンクリート標準示方書第 52 條(3)には、

『型枠には適當なる反り又は上げ越しを附すべし。』と規定してある。

大きな梁などを造る時には、型枠内の掃除に用いた水を早く流す目的からしても、相當な反り又は上げ越しが是非必要である。

何程の反り又は上げ越しを付けるのが適當であるかは、構造物の種類、型枠の構造、支保工を支持する地盤の性質、等によつて異なるもので、経験によるか、又は、型枠の撓みと型枠を取外した後静荷重の爲に構造物に生ずる撓みとの和を大體計算した結果に判断を加へて、適當な反り又は上げ越しを決定しなければならない。

§ 264. 振動又は特殊の荷重に対する考慮

型枠に振動を與へたり、コンクリートを打つてから間もなく其の上に種々の材料を載せたりすることは、出来る丈け之を避けなければならない。已むを得ない事情にある時には、特に型枠を堅固に作つて、極めて少量の變形によつて、振動又は荷重を負擔し得る様に、設計して置くことが肝要である。

『以上に於ては、型枠が其の役目を果す爲に大切な事項を述べたが、型枠費を低廉ならしめる爲には、猶ほ、次の事項について考究しなければならない。』

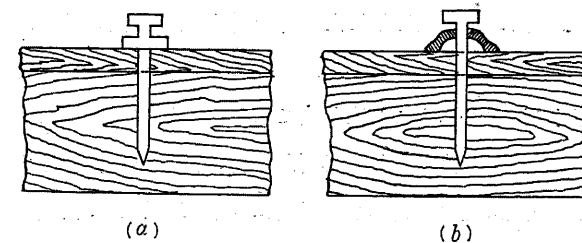
§ 265. 組立て及び取外しが容易に且つ安全に出来ること

『型枠費は、材料費のほか、組立て及び取外しの工費に大きい関係がある。型枠は實際上變形を起さない程度に堅固なものでなければならぬから、型枠の各部を出来る丈け堅牢に固定することは必要であるが、之と同時に、構造が簡單で組立てが容易であり、且つ、取外し作業が、コンクリートに振動、衝撃を及ぼしたり、堰板を破損したりすること無く、靜かに、安全且つ容易に行はれ得る様な構造であることも、極めて大切である。』型枠を容易に取外し得ることは、型枠を反覆使用する上からも、甚だ大切である。』

『之が爲に、型板は長大のものを作らず、之を幾つかの短小な羽目型板に分割して製作し、現場では是等を組立てる様にするのが、一般に適當である。』例へば、長さ 3m の壁の型板を作るには、長さ 2m の板を用ゐる時、此の板を適當の高さになるまで數枚、棧又は間柱に打附けて 1 つの羽目型板を作り、残りは板を 2 つに切りたもので前と同様にして羽目型板を作り、是等の羽目型板を現場で組立てる。羽目型板の継目は、總て水平又は鉛直にするがよい。

『板と棧とは、普通、堅固に釘付けにするけれども、分割した羽目型板の組合せ、型板と支保工との取り付け、又は、支保工の組立てなどには、なるべく釘の使用を避け、ボルト、鍍の類で締付けるがよい。長い釘を頭迄打込んでしまへば、取外しの際に型枠を破損する機会が多い。故に、取外しの際に抜くべき釘は、なるべく頭迄打ち込まずに、抜く時の便利の爲に、頭を出して置くのが望ましい。然し、釘は十分打込まないと其の效力を減ずるものであるから、第 102 圖 (a) の様な 2 頭の釘、又は、第 102 圖 (b) の様な特殊の金物を用ゐることが出来れば便利である。』

第 102 圖 2 頭釘及び特殊の金物



型板を正確に、十分締付け、コンクリート打ちの間に狂ひを起さない様にする爲には、締付材として、ボルトを用ゐるのが適當である。鐵線を締付材として使用する利益は、只、工費の節約だけで、缺點が多いから、其の使用に就いては、責任技術者の承認を受ける必要がある。

締付材として用ゐるボルト又は鐵線の端が、工事完成後コンクリートの表面から出て居る

と、之から水を誘つたり、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じたりする惧れがあるから、之がコンクリート面に出ない様に取り去り、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 (§ 217 参照)。此の埋める穴の深さが餘り浅いと、モルタルが剥落するから、2.5 cm 以上にする必要がある。

型枠は、前述の如く、其の取外しに際し、構造物に振動、衝撃を及ぼすことなく、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から、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。猶ほ、是等の楔、ジャッキ、等は、型枠を正しく据え、位置の修正をなし、又、適當な反りを與へる爲にも必要である。大きな楔は、型枠取外しの際まで、弛まない様に、鋭其の他で止めておくがよい。

型枠の組立てに就いて、鐵筋コンクリート標準示方書は、次の様に規定して居る。

『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、衝撃等を與ふる事なく徐々に型枠を取外し得る様にすべし。

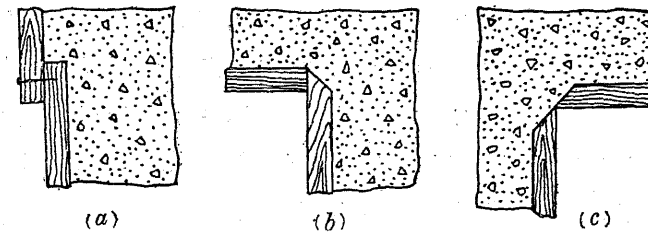
(3) 型枠には適當なる反り又は上げ越しを附すべし。』

○ § 266. 木材の節約を計ること

木材の節約を計るには、豫め定められた型枠設計の標準に従つて、構造物各部の型枠の設計をなし、其の圖面を與へて作業させるのが有利である。一定の順序計畫を立てずに製作すれば、材料が不經濟に使用されることは明白である。大工は常に新しい木材を使用したがる。よつて、型枠の設計圖又は經驗から必要な木材の表を作り、幾分の餘裕を見込むで木材を購入し、之を全部一度に現場に與へず、必要に応じて少しづつ供給する様にすれば、大いに木材の節約をなし得るものである。

型枠の用材は、なるべく、市場販賣の形状寸法のものを使用する様に注意する。市場販賣品以外の特別な形状寸法ものは、一般に高價である。故に、構造物の強度に影響を及ぼさない部分は、コンクリートの形状寸法さへも、型枠材料の寸法から決定するのが有利である。例へば、壁の頂又は隅角の様な強度に關係ない處は、第 103 圖の様に、堰板の厚さで之を作り得る様な寸法にしておけば、材料から言つても、工費から言つても、大いに經濟的である。

第 103 圖



又、梁の設計に於て、其の幅と高さとの寸法を決定するにも、單にコンクリートと鐵筋との容積が最も經濟的な關係にあると言ふことだけでは、まだ眞に經濟的の設計ではない。其の型板が、市場販賣寸法の板で經濟的に製作し得ると言ふことをも、考慮しなければならない。堰板の幅を少し狭めたり、又は足したりすることは、少なからぬ手間のかゝるものであるから、少しは鐵筋やコンクリートの量が増加しても、型板が經濟的に製作し得る梁断面の方が、全體としては、反つて經濟的になる場合があるのである。

又、木材を節約するには、コンクリート打込みの速度を適當にすることが必要である。§ 251 にのべた様に、打込みの速度を適當にすれば、コンクリートの横壓力を減じ得るから、型枠を幾分手軽に作ることが出来る。従つて、木材及び工賃の節約が出来る譯である。

○ § 267. 型枠をなるべく多くの回数反覆使用すること

型枠をなるべく多くの回数反覆使用すれば、型枠費を輕減し得ることは明白である。之は、構造物の種類にもよるが、其の設計に關係する所も大きい。唯、僅かのコンクリートを節約する目的の爲に、特別な型を用るなければならない様な設計は、多くの場合不得策である。高い建築物に於ては、各階の床版や、柱などの寸法を出来るだけ變へない様にすれば、同じ型枠を繰返し使用し得る利益がある。鐵筋コンクリートの高層建築が、低いものよりも比較的廉價に出来る理由の一つは、實に、型枠費が廉いことに因るのである。それで、活荷重が建物の上階に行くに従つて減ずる様な場合でも、床版の下の梁及び柱の寸法を下階のものと同じにする方が、經濟的な場合があるのである。

又、型枠の組立ての際に、短い寸法の木材で足りる時でも、工事に差支へない限り之を短く切らずにおいて、後に之を利用する様に心懸ける。

壁などでは、コンクリートを 1 回打ち上げる高さを適當にすれば、同じ型板を繰返し使用することが出来る。コンクリートは、一般に、打繼目を造らず、一作業で之を打ち終るのが望ましいが、高い壁其の他のコンクリートを一作業で打ち終らうとすれば、多量の型枠材料

を要する上に、コンクリート打込みの速度を十分緩にしたにしても、大きい横圧力に耐へる爲に、型枠を餘程堅牢に作らなければならない。それで、型枠費を節約する上からは、打継目は出来るけれども、一作業で施工すべきコンクリートの高さを大約 1.5 m 位の見當で適當に定め、1 回分の作業に必要な丈の型板を作つて置き、コンクリートが硬化して型枠を取外してよい時期に達した時に之を引上げて、第2回第3回と繰返し使用するのが有利である。打継目に就ては、第8章第4節に述べてある。

○ § 268. 木材の轉用を計ること

「型枠材料を他に轉用することも、型枠費を節約する一つの手段である。例へば、建築物に於て、型板を建物の床板に利用するの類である。支保工材料も、なるべく之を短く切つたり、双物の傷を入れたりしない様にして、足場材料其の他に轉用し得る様に、初めから工夫して置くのが得策である。」

○ § 269. 塗 布

「堰板のコンクリートに接する面を飽仕上げにし、コンクリートを打つ前に十分之に撒水すれば、型板を取外す時に普通大した困難はない。然し、寒中コンクリートの場合の様に、堰板に水をかけない場合、又は、硬練りコンクリートを十分締固める場合などに於ては、コンクリートと堰板とが固着して、取外しに困難を感ずることが多い。

堰板とコンクリートとの固着を防ぐ爲に、堰板の内面に新聞紙の類を張ることもあるが、堰板の内面に油又は石鹼液を塗るのが、最も普通である。

木製の堰板に塗布することは、堰板とコンクリートとが附着するのを防ぐ爲に有效なばかりでなく、堰板が水を吸収して膨脹する爲に生ずる型枠の狂ひを防ぐにも効果がある。十分塗油して2回乃至3回使用した堰板は、油が十分侵込むで居るから、其の後は、1回置き位に塗油すればよい。

鋼製堰板の内面には、毎回塗油する必要がある。

堰板の塗布に使用される油には、重油、鑛油、石油とリンシード油の混合物、等がある。綺麗なコンクリート面を得る爲には、汚色を残さないものを選ばなければならない。」

重油は、價格も廉で附着力に富むけれども、濃すぎて延びが悪い。殊に、嚴寒の際には、塗るのに困難を感ずる。且つ、型板を取外してから1週間乃至2週間は、茶褐色の斑紋がコンクリート表面に残る缺點がある。

鑛油は、價が重油の約1倍半乃至2倍位で、重油に比して塗り易いけれども、堰板とコン

クリートとの附着防止の効力は重油に及ばない。それで、重油と鑛油とを等分に混合して用ゐると結果がよい。嚴寒の際には、熱しておいて塗るがよい。

「油は、鐵筋の配置前に、之を塗布しなければならない。型枠内に鐵筋を配置してから堰板に塗油すると、其の作業中に鐵筋に油がついて、鐵筋とコンクリートとの附着を妨げる恐れがある。」

「木製堰板では、之に塗油した場合でも、事情が許せば、之に十分水をかけた後に、コンクリートを打つのが適當である。但し、コンクリートを打つ迄に、塗つた油が相當に乾いて居ないと、油がコンクリート中に流込む恐れがある。

軟石鹼を湯で十分とかし、コンクリートを打つ前に刷毛で塗る方法は、便利で効果も大きい。且つ、コンクリートの面を汚さない。型板を取外した後に漆喰又はモルタルを塗る時には、表面を水で洗つてから、之を施工する。石鹼液は、コンクリートを打つまぎはに之を塗るのであるから、薄い壁や、狭い柱などに對しては、型板の間に這入つて刷毛を使ふ餘地がないので、石鹼液を使用することが出来ない場合もある。」

鐵筋コンクリート標準示方書は、型枠の塗布に就き、次の様に規定して居る。

『第54條 塗 布

(1) 型枠の内側に塗る材料は、汚色を残さざる鑛油又は責任技術者の承認を受けたるものを使用すべし。

(2) 塗布作業は鐵筋の配置前に之を行ふべし。』

油を塗つた堰板を用ゐると、コンクリートの表面と漆喰又はモルタルとの附着が悪くなるから、斯の如き場合には、油の使用を避けなければならない。

○ § 270. 型 枠 の 檢 査

「型枠が出来上つたらば、コンクリートを打つ前に、其の位置、寸法、高低、傾斜、剛性、反り及び上げ越し、楔及びジャッキの配置、一時的開口、塗布、型枠内の掃除、等を検査しなければならない。型枠設計圖がある時には、之と對照して、不備の點を修正する。」

検査員は、經驗ある熟練家で、検査すべき主要の點に精通して居り、型枠が満足に出来上つて安全に荷重を負擔し得るかを、判斷し得る人であることが大切である。

「熟練な職工でも、仕事を急いだりする爲に、大切な支柱や繫材をぬかしたり、楔を締めて型枠の位置を正確に直すのを忘れてたり、鏝又は締付けの鐵線を忘れてたり、することが往々ある。」

コンクリート打ちの際には、少くとも一人の大工が型枠を監視して、楔を打込み、繫材を

加へ、型板の隙間、穴などの缺點を補修し、事故を未然に防がなければならない。コンクリートを打つてしまつてから、型枠の缺點の爲に起つた諸種の不都合を直すことは、一般に、非常に困難である。

○§ 271. 足 場

「コンクリート工事に於ては、コンクリート其の他の材料を運搬する爲に、足場を要する場が多い。

足場は、人夫の動作を敏活ならしめる爲に、なるべく堅牢に作るのが得策である。型枠と足場とは絶縁しておいて、足場の振動其の他が、型枠に及ばない様にする。床版、橋梁の様な場合で、足場を型枠と絶縁することが出来ない時、又は、型板の上に人夫が乗つて仕事をしなければならぬ様な時には、特に堅牢な型枠を作ることに注意を要する。

第 2 節 型枠の取外し

§ 272. 概 説

型枠の取外し作業及び時期に就いて、注意すべき一般事項は、次の如くである。

(1) 型枠は、コンクリートが相當硬化して、之が壓力を受け無くなる迄、又、コンクリート表面に害を及ぼすことなく之を取外し得ることが確實である迄、之を存置するのが原則である。特に、支保工は、コンクリート部材が十分な強度に達し、安全に部材の自重及び其の上に来る荷重を負擔し得る迄、之を取外してはならない。

型枠取外しの時期を誤つた爲に、災害を惹起した例は甚だ多いから、型枠取外しに就いては、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、自ら現場に於てコンクリート硬化の程度を調査した後に、型枠取外しの承認を與ふべきである。

此の點に關し、鐵筋コンクリート標準示方書は、第 56 條 型枠の取外し (1) に、次の様に規定して居る。

『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) 型枠を取外すには、一般に、全體を同時に取外さず、比較的荷重を受けない部分を先づ取外し、相當期間をおいて構造物が計畫した強度に達した後に、残りの重要な部分を取外さなければならない。

柱の型枠は、柱が支へる梁及び床版の型枠よりも先に、之を取外す必要がある (§ 273 参照)。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爲に設けられる支柱、其の他は、最後まで之を存置して、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迄は、之を存置しなければならない。

此の點に關し、鐵筋コンクリート標準示方書は、第 56 條 (3) に、次の様に規定して居る。『部材の自重及び施工中に加はる荷重を受くる支柱は、其の部材が是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。』

(3) 型枠の取外しは、構造物に衝撃、振動、等を與へない様に、又、無理をしない様に、出来るだけ靜かに之を行はなければならない。

(4) 型枠取外し後直ちに活荷重をかける様な時には、コンクリートの強度に就いて特に注意する必要がある。型枠材料を床版に投付けたり、工事材料を澤山積んだりすることの無い様に、注意しなければならない。

(5) 取外した堰板は、§ 257 に述べてある様に、綺麗に掃除して、再度の使用の準備をしておく。之は、鋼製型枠の場合も同様である。

§ 273. 型枠取外しの時期

コンクリート打ちを終つた後、幾日を経て型枠を取外すべきかと言ふ問題は、種々の點から考察しなければならない。

コンクリートは、材齡の増加に伴ひ、其の強度が増大するから、型枠は、事情の許す限り早く、之を存置するのが一般に安全である。型枠を過早に取外した爲に、構造物が破壊した例は決して尠くない。型板を存置して居る間はコンクリートに濕氣を保たせることが出来るから、コンクリートの壓縮強度を大ならしめるばかりでなく、コンクリートの收縮によつて構造物に起る元應力を減少し、收縮龜裂の發生を小ならしめる。此の點からしても、工事に差支へない限り、型枠を永く存置するのが一般に利益である。然し、特殊の構造物、例へば兩端固定梁、ラーメン、無鉸アーチ、等に於ては、コンクリートのクリープ (§ 316 参照) を利用して龜裂發生の懼れを尠くするため、コンクリートが所要の強度に達したならば、なるべく早く型枠を除去するのが適當である。猶ほ、型枠を繰返し使用せむとする場合にも、なるべく早く型枠を取外すのが便利である。依つて、型枠取外しの時期の決定は、頗る慎重を要するのである。

型枠を存置すべき最小期間の決定について、考慮すべき事項は、次の如くである。

(1) 使用セメントの性質 早強セメントを使用する時は、短時日で十分な強度のコンク

リートが得られるから、普通ポルトランドセメントを使用する場合に較べて、型枠を早く取外すことが出来る。

(2) **コンクリートの配合及び水量** コンクリートの配合が富であれば、同一材齢に於ける強度が貧配合のものよりも大きいから、型枠を早く取外し得る譯である。使用水量の大きいコンクリートの強度は、使用水量の小さいものに較べて小さいし、又、其の強度の増進率も小さいから、前者は後者よりも型枠を永く存置しなければならない。

(3) **構造物の種類と其の重要な程度** 構造物の種類に應じ、コンクリートのクリープの利用について考慮する。又、型枠を取外した際に起る應力度は同じであるにしても、例へば、大切な大梁の型枠は、小さい床版の型枠よりも永く之を存置する。

(4) **部材の種類** 一般に言つて、鉄筋コンクリート構造の型枠は、大塊のコンクリート構造の型枠よりも、永く之を存置する。

鉛直の部材は、一般に、水平の部材よりも早く型枠を取外す。即ち、柱又は壁などに於ては、それ自身の重量及び其の上に来ると豫想される荷重を支持するに十分な強度に達したらば、型枠を取外してよい。此の場合に必要な壓縮強度は甚だ小さいのが普通であるけれども、梁又は床版の様な水平な部材に於ては、型枠を取外せばコンクリートは梁としての自重及び之が支持すべき荷重による曲げ應力を受け、此の値は可なり大きいのが普通であるから、柱や壁などに較べて、型枠を永く存置する必要があるのである。猶ほ、同一の構造物に於て型枠取外しの順序を間違へて、梁、床版、等の型枠を先に取外し、柱の型枠を永く存置すれば、梁、床版のコンクリートは乾燥するのに、柱の内部のコンクリートは濕つて居る爲に、過分の應力を生ぜしめる危険を生ずる。

又、同一の梁でも、其の両側の型板は、底板よりも早く取外してよい。梁、床版などのスパン中央部に設けられる主要支柱などは、側板及び底板を除去した後、更に1週間乃至2週間存置する。

(5) **部材の受ける荷重** 静荷重が其の部材に来る動荷重に較べて大きい時には、型枠を永く存置する必要がある。例へば、屋根の版又は蛇腹の様なものの受ける荷重は、殆ど自己の重量のみで、型枠を取外せば殆ど設計に於て考へた全荷重を受けることになるから、活荷重を受ける他の部材に較べて、永く型枠を存置すべきは當然である。同様な理由で、スパンの大きい梁又は床版は、スパンの短いものよりも、永く型枠を存置する。

(6) **部材の大きさ** 部材の厚薄大小から言へば、薄いもの、小さいものは、厚いもの、大きいものよりも、早く型枠を取外してよい。

(7) **温度** 温度はコンクリートの硬化に大きい影響を有するものである。硬化中に於け

る温度と壓縮強度との關係は § 305 (3) に述べてある。一般に暑い時又は暑い地方では、寒い時又は寒い地方よりも、型枠を早く取外してよい。コンクリートが凍結温度に際會した時には、コンクリートが凍結せず十分硬化したかどうかを就いて、周到な検査を行はなければならない。普通、槌で打つた時に金屬性の音響を出す時は、コンクリートが十分硬化して居るのであるが、コンクリートが凍結する恐れある場合には、之に信賴することが出来ない。故に、低温度に於てコンクリートを施工する時には、特に養生中の温度、凍結温度の持続した時間、等を日記に明記しておいて、型枠取外しの参考に供する必要がある。

(8) **天候及び風通し** 晴天の時は雨天の時よりも、風通しのよい時は悪い時よりも（低温度の場合を除く）、早く型枠を取外してよい。

型枠を取外すべき時期について考慮すべき事項は、以上の様に複雑であるから、其の時期について一定の標準を與へることは、甚だ困難である。それで、重要な工事に於ては、現場のコンクリートを以て壓縮強度試験供試體又は梁供試體を造り、構造物と同一の状態の下に硬化させ、試験によつて其の硬化の程度を求め、之によつて型枠取外しの時期を決定するのが良い方法である。

各種の部材の種類と、其の型枠を除去して安全である時のコンクリートの壓縮強度との關係は、大體次の如くである。茲に言ふ壓縮強度は、現場コンクリートの代表的試料をもつて、直徑 15 cm 高さ 30 cm の圓壩供試體よりも小さくない供試體を造り、構造物となるべく同じ状態の下に養生して、試験した時の壓縮強度である。

(1) 考慮すべき程の曲げ又は直接應力度を受けないコンクリート、鉛直方向の支持について支保工を必要としないもの、又は、工事中に諸種の事情によつて害を受ける恐れのないもの、例へば、鉛直又は殆ど鉛直な厚い部材の表面、拱背、トンネルに於ける岩盤の被覆工の外面、傾斜面の上面、等の型枠は、コンクリートの壓縮強度が 35 kg/cm^2 以上に達した時に、之を除去して安全である。

(2) 相當な曲げ及び直接應力度を受けるコンクリート、又は、鉛直方向の支持について型枠を必要とするものは、次の壓縮強度に達した時に、型枠を除去して安全である。

(a) 静荷重を受ける場合、例へば、大きくないアーチの内面、堅固な岩盤を被覆するトンネルのアーチ、 45° よりも急な傾斜にある部材の下面、鉛直又は殆ど鉛直な薄い断面の部材の表面、等の型枠は、 50 kg/cm^2 以上、

(b) 静荷重及び動荷重を受ける場合、例へば、堰堤に於ける監査孔及び排水孔、土壓を及ぼす地層内のトンネルの被覆工の側壁及びアーチ、柱、等の型枠は、 100 kg/cm^2 以上、

(3) 大きい曲げ應力度を受け、全部又は殆ど全部型枠で鉛直方向に支持されることを要す

る場合、例へば、屋根、床版及び梁、45° よりも緩な傾斜をなす部材の下面、橋梁の床版及び梁、等の型枠は、140 kg/cm² 以上。

実験室の試験によると、普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント重量比が0.57のコンクリートを 21°C で濕潤養生すれば、前記の壓縮強度は、大體次の材齡で得られる。

壓縮強度 (kg/cm ²)	35	50	100	140
材 齡	20 時間	24 時間	2.25 日	3.5 日

第 22 章 第 7 節に述べてあるコンクリートの強度試験方法は、材齡の若いコンクリートの壓縮強度を知る目的に對し、標準試験の代用として役立つ。

鉄筋コンクリート標準示方書は、型枠を存置すべき最小期間に就いて、第 56 條 (2) に、次の様に規定して居る。

『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 齡 28 日の壓縮 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 6 m 未 満の梁、アー チ及びラマー ン床版の型枠	スパン 6 m 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。』

寒中コンクリートの施工に就いては、第 10 章 第 3 節 に述べてある。

第 3 節 基礎、柱、壁、床版及び梁の型枠

§ 274. 概 説

前節に於て木製型枠に関する一般の事項を述べた。本節に於ては、總ての構造物の要素で

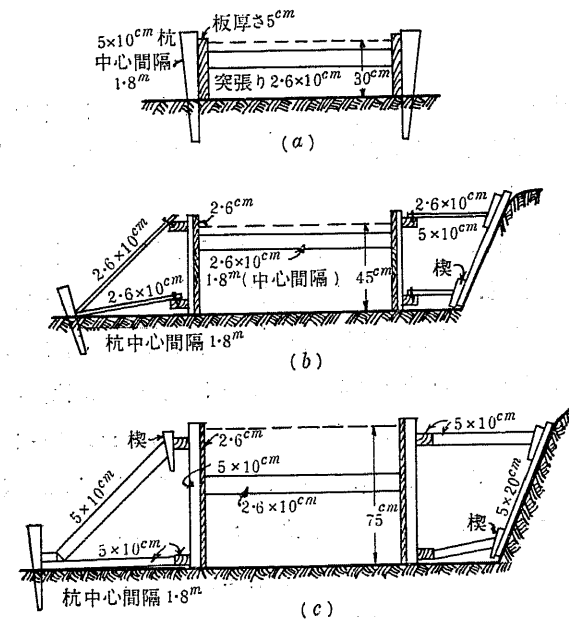
ある、基礎、柱、壁、床版及び梁の型枠に就いて述べる。

各種構造物の型枠の設計及び構造は、A. E. Wynn 氏の著書 Design and Construction of Formwork for Concrete Structures に詳述されて居る。

(A) 基礎コンクリート工の型枠

§ 275. 壁の基礎コンクリートの型枠

第 104 圖 壁の基礎コンクリートの型枠



第 104 圖は、壁の基礎コンクリートを打つ時の型枠を示す。内側の突張りは、コンクリート打ちの進むに従つて取去る。

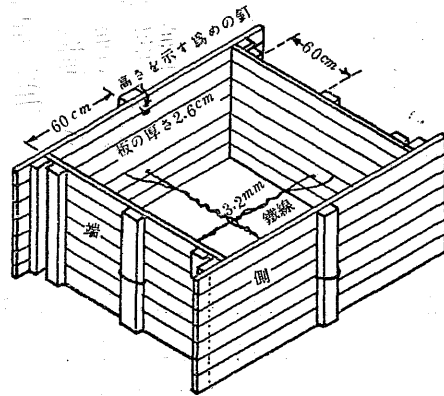
(a) は高さが極めて低い場合、(b) 及び (c) は 45 cm 乃至 75 cm の高さの場合で、厚さ 2.6 cm の堰板に中心間隔 60 cm 位においた縦棧を釘付けにして羽目型板を作つた例である。縦棧としては、高さが 45 cm 迄の時に断面 2.6 cm × 10 cm、高さが 45 cm 乃至 75 cm の時に断面 5 cm × 10 cm のものを用ゐればよい。羽目型板の位置を保たせる爲

に、之の上部及び下部に断面 5 cm × 10 cm の貫材を取付け、之を斜柱で支持させてある。

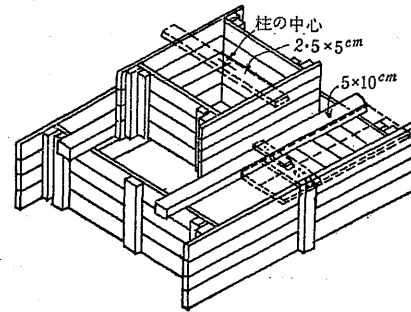
§ 276. 柱の基礎コンクリートの型枠

第 105 圖は、矩形断面の柱の基礎コンクリート型枠の 1 例で、兩側及び兩端の羽目型板から出来て居る。羽目型板に用ゐる棧の中心間隔は 60 cm 以下とし、其の大きさは、コンクリートの高さによつて定めること前項の場合と同様である。圖は型枠を反覆使用する時の設計で、唯、1 回乃至 2 回使用する場合であれば、棧の數を減じて釘付けにしてもよい。兩側の羽目型板は、第 104 圖 (b) 又は (c) の場合と同様の方法で固定するか、又は、鐵線を用ゐて締めつける。圖は中間の縦棧を鐵線で締めつけた場合で、鐵線の直径は 3.2 mm 乃至 3.5 mm

第 105 圖 柱の基礎コンクリートの型枠



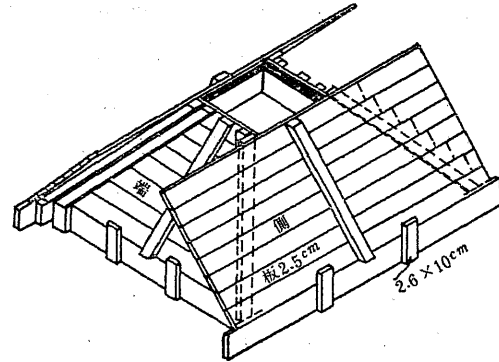
第 106 圖 階段形基礎コンクリートの型枠



とし、コンクリートの高さの、下から3分の1の所に用ゐる。若しコンクリートの高さが90 cm 以上であれば、鉄線を數個所用しなければならぬ。鉄線を用ゐる場合には、之を張る前に、鉄筋の組立てを済ませておく必要がある。

第 106 圖は、階段形のコンクリート基礎を造る場合の型枠を示す。上下各々の型枠の構造は第 105 圖の場合と同様で、上部の型枠を下部のものに支持させればよい。通常は、先づ下の型枠内にコンクリートを打つた後、少し時間が経つてから上部の型枠を取りつけ、之にコンクリートを填充する。全部の型枠を作つておいて一度にコンクリートを打つ時には、コンクリートが溢れ出ない様に、圖に示してある様な蓋をする必要がある。之は、コンクリートの上向圧力を受けるから、持ち上げられない様に重量を載せるか、又は、棧で釘付けにして置く。

第 107 圖 斜面を有する基礎コンクリートの型枠



第 107 圖は、コンクリートの側面が斜面をなす場合の型枠で、構造は第 105 圖の場合と同様である。此の場合にも、型板の斜面に働くコンクリートの上向圧力のために型枠が持上げられない様に、コンクリートの中央に鉄線を埋込み、其の下端を基礎杭又は鉄筋に固定し、上端を型枠の上に置いた木材に結び付けるか、砂袋其他の重量

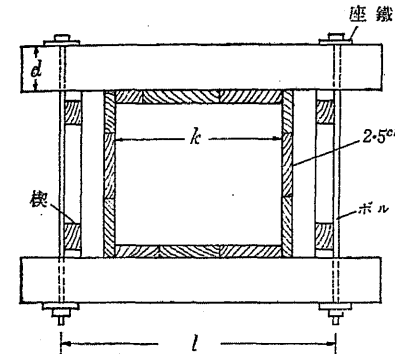
を載せるか、地盤が堅固であれば杭を打つて之に固定するか、する必要がある。

(B) 柱 の 型 枠

普通に用ゐられる柱の断面は、正方形、矩形、L形、8角形、圓形、等である。圓形のものを除けば、其の型枠の構造は、大體、同様である。以下に示す構造は、現今最も普通に用ゐられ、満足な結果を與へる標準的のものである。

使用すべき木材の大きさは、勿論、柱の高さ及び大きさによつて定めるのであるが、堰板としては、普通、厚さ 2.6 cm のものが用ゐられる。但し、型枠を反覆使用する場合には、3.2 cm 乃至 3.8 cm のものを用ゐるがよい。柱の出來上り如何は、構造物の他のどの部分よりも目立

第 108 圖



つばかりでなく、構造物の強度にも大きい關係があるから、出來れば厚い堰板を用ゐて、正しい形状及び寸法のもを容易に作り得る様にするのが得策である。軋材の大きさは、断面 5 cm × 10 cm 乃至 15 cm × 15 cm である。

第 108 圖の様な構造にして、厚さ d cm、幅 b cm の軋材を、柱のコンクリートを打ち終るべき上面から h m の點に用ゐる時、其の軋の中心間隔 s cm は、次式で計算することが出来る。

$$s = \frac{40000 \sigma b d^2}{3 w h (2l - k) k}$$

茲に、

σ は木材の許容縁維應力度で、軋の場合には動荷重が働かないから、普通 100 kg/cm^2 に採りて十分安全である。

w はコンクリートの横壓力を計算する爲に、コンクリートを液體と考へる時の 1 m^3 の重量である (§ 251 参照)。

k は圖に示した様に、柱の幅を cm で示したものである。

l は軋材のスパンを cm で示したもので、通常 $(k+30)$ cm 位に採つてよい。

今、 $w = 2000 \text{ kg/m}^3$ 、 $h = 2 \text{ m}$ 、 $b = 10 \text{ cm}$ 、 $d = 10 \text{ cm}$ 、 $k = 60 \text{ cm}$ 、 $l = k + 30 = 90 \text{ cm}$ 、 $\sigma = 100 \text{ kg/cm}^2$ とすれば、

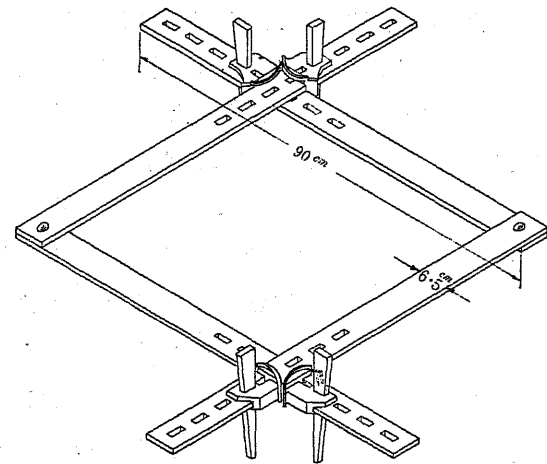
$$s = \frac{40000 \times 100 \times 10 \times 100}{3 \times 2000 \times 2 \times (2 \times 90 - 60) \times 60} = 46.5 \text{ cm}$$

となる。

ボルトは、直徑 16 mm 位のものを用ゐれば、普通、十分な強度がある。座鐵は、厚さ 4 mm で、8 cm 平方位のものでよい。

澤山のコンクリート柱を造る時には、鋼製の軛を用ゐることがある、第109圖は、其の1例を示す。

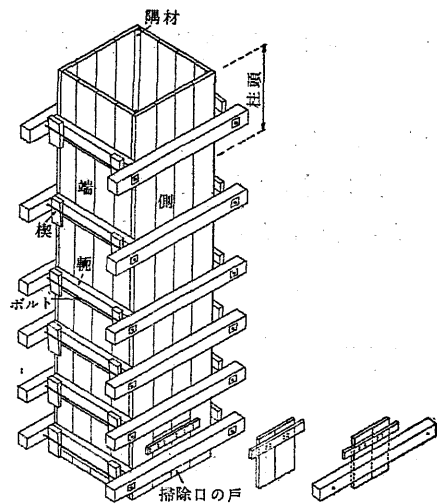
第109圖



§ 278. 正方形断面柱の型枠

第110圖は、正方形断面柱の型枠を示したもので、堰板を軛に釘付けにして作った兩側及び兩端の羽目型板から出来て居る。羽目型板の長さは、之を据ゑる面に於ける多少の高底に備へる爲に、所要寸法よりも3cm乃至4cm長くしておいて、愈々据ゑる時に其の下端

第110圖 正方形断面柱の型枠及び掃除口



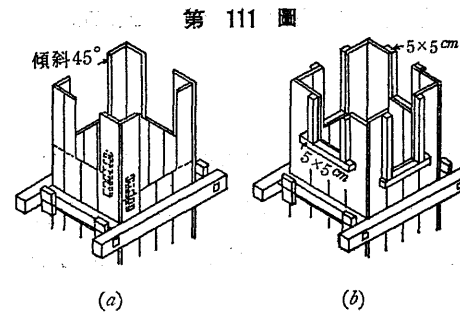
を切る様にするがよい。長さを定めたり、軛の位置を正しくする爲には、下の床版から上の床版までの高さに相當する木棒に、床版の厚さ、床版の堰板、梁の底、軛材の位置、等を記入し、之を定規として型枠を製作するのが良法である。

ボルトの孔は、ボルトの径よりも3mm位大きくあけておく。ボルトと軛との間に楔を挿入する爲に、38mm位あけておく必要がある。

型枠頂部の構造は、柱に載る床版の構造によるもので、柱頂部の型枠を別に作る時には、

第111圖の様に、4側の羽目型板を同高に作つてよい。

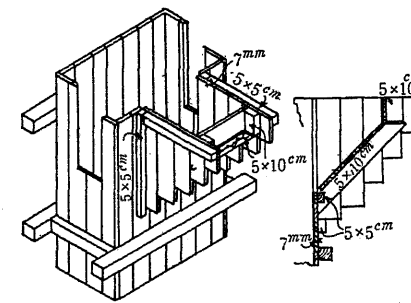
第111圖(a)は、羽目型板の高さを柱に入り込む梁の底でとめ、梁の底板を設置した後



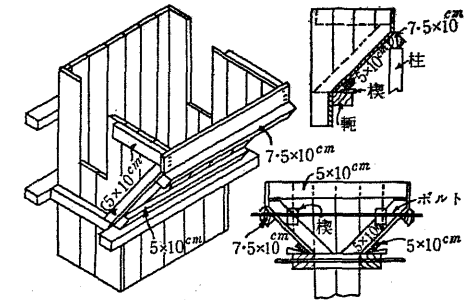
に、床版迄の部分を別に作る方法を示したもので、此の構造によれば、型枠の取外しが容易である。

第111圖(b)は、羽目型板に梁の入り込む口をあけた場合である。此の開き口は、梁の寸法に梁の堰板の厚さを加へたものよりも12mm位大きくするか、切り口の端を45°の傾斜に切る。そうしないと、型枠取外しの際に非常な困難を感ずることが多い。又、梁の側板を羽目型板の内面よりも引込ませて置くことも大切である。

第112圖 柱頂部の型枠

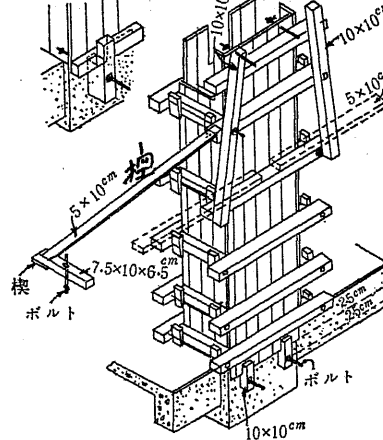


第113圖 柱頂部の型枠



第112圖及び第113圖は、柱の頂部に梁のハンチを設ける場合の型枠を示すもので、前者は小さいハンチの場合、後者は大きいハンチの場合、に適するものである。

第114圖 矩形断面を有する外側柱の型枠



羽目型板の下端に設ける掃除口の大きさは、普通、30cm平方内外で十分である。掃除口の作り方の1例は、第110圖の下部に示してある。型枠を取外すには、先づ楔を抜き、次にボルトを引抜き、最後に兩側の羽目型板をこじ取ればよい。取外しは、常に、柱の底部から始める。

§ 279. 矩形断面柱の型枠

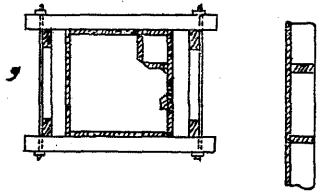
矩形断面柱の型枠の構造は、正方形断面柱と

殆ど同じであるが、之が建築物の外側柱である様な場合には、1側の堰板が下の柱又はコンクリートの面と重なる様にすること、及び、型枠が傾かない様に支持すること、に就いて、特別の注意を要する。第 114 圖は、斯の如き場合の構造方法を示したものである。

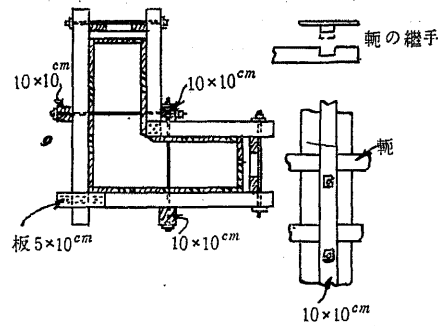
§ 280. L 形断面柱の型枠

L形断面柱は、殆ど常に、角の所に用ゐられる。長い方の側と短かい方の側との差が 30cm 以下であれば、先づ長い方の幅を有する正方形断面柱の型枠を作る。次に、第 115 圖に示す様に、軋材と同じ間隔に置いた厚さ 5 cm 位の板に堰板を釘付けしたのを作り、之を一側の羽目型板に釘付けすればよい。

第 115 圖 L 形断面柱の型枠



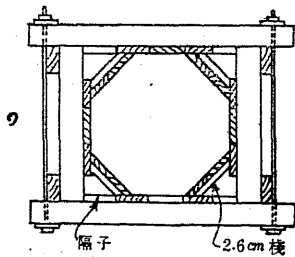
第 116 圖 L 形断面柱の型枠



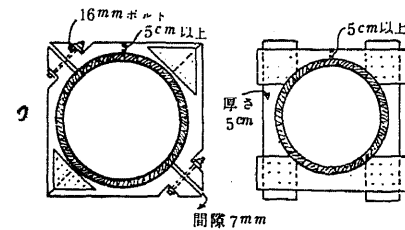
大きな L形断面柱の型枠は、第 116 圖に示してある様に、6個の羽目型板を組合せて作る。外側及び内側の軋は互に切り欠きにして重ね合せ、釘付けする。猶ほ、外側の軋には、圖の右上部に詳細が示してある様に、棧を釘付けする。又、圖の様に、軋の外側に断面 10 cm × 10 cm 又は 10 cm × 15 cm の縦棧をおいて、之を軋材の下で、ボルトで締めつける。

§ 281. 八角形断面及び圓形断面柱の型枠

第 117 圖 八角形断面柱の型枠



第 118 圖 圓形断面柱の型枠



第 117 圖は、八角形断面柱の型枠を示す。其の構造は、正方形断面柱の場合とほぼ同様である。

圓柱の型枠としては、鋼製型板を用ゐるのが最も普通であるが、木製のものを作る必要がある時には、第 118 圖に示した様な構造にすればよい。

(C) 壁 の 型 枠

§ 282. 概 説

壁の型枠を作るには、先づ、之を總て現場で製作するか、羽目型板を作つておいて之を現場に運搬して組立てるか、壁全高の型枠を一度に作るか、或は壁を幾つかの部分に分けて同じ型板を反覆使用するか、反覆使用する場合には、型板を鉛直に移動させるか又は水平に移動させるか、等を決定しなければならない。

1日又は2日でコンクリートを打終る様な小さい壁の型枠は、一般に、現場で作る方が安価である。型板を反覆使用する場合には、羽目型板を作るのが経済的である。

地下室の壁又は高さ約 3.6 m 位迄の壁は、一般に、壁全高の型枠を作る。これ以上の高さの壁になると、壁全高の型枠を作ることが困難であるばかりでなく、突張りが施し悪くなるから、中途までの型枠を作りてコンクリートを打ち、コンクリートが硬化した後に型板を引揚げて、再び使用する機会が多い。例へば、重力擁壁、橋脚、堰堤などでは、高さ 1.5 m 乃至 3 m 位の羽目型板を作り、之を鉛直に引揚げて、反覆使用する機会が多い。但し、此の方法によれば、コンクリートに水平の打継目が出来ることは免れ難い。

水平の打継目は、構造上から言つても鉛直な打継目に劣つて居り、又、鉛直の打継目を作るよりも餘程多くの労力と注意とを要する。猶ほ、型枠は、一般に、水平に動かす方が鉛直に引揚げるよりも容易である。

非常に高い壁の型枠全體を水平に移動する様な場合があるが、之は、鋼製型枠を用ゐる場合に殆ど限られて居る。

壁の型枠に用ゐる堰板の厚さは、普通、2.6 cm 位で、反覆使用する時又は大切な壁を作る時には、之よりも厚いものを用ゐるがよい。

§ 283. 普通壁の型枠

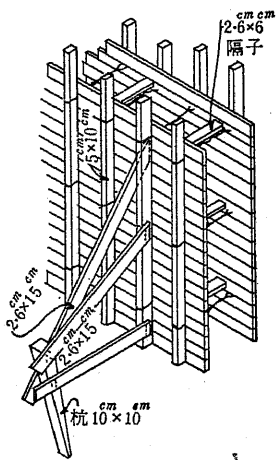
第 119 圖及び第 120 圖は、高さ 2.4 m 乃至 3.6 m 位の間仕切壁、地下室の壁、などの型枠の構造を示す。

縦棧の大きさは、厚さ 2.6 cm の堰板を用ゐるとして、断面 5 cm × 10 cm 位のもので、之を 40 cm 内外の間隔に置くのが普通である。

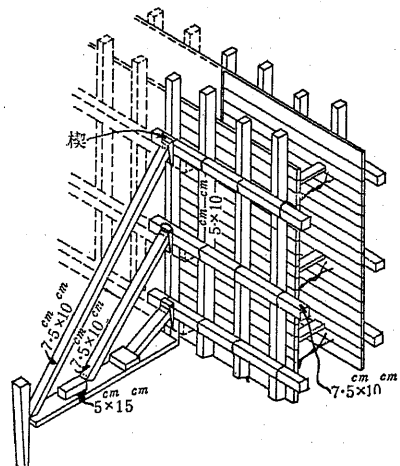
圖の様な型枠を現場で製作するには、先づ大切な方の側の縦棧又は間柱を正しく配置し、堰板を縦棧の頂部及び底部に釘付けし、断面 2.6 cm × 15 cm 位の斜材で一時的の突張りをする。次に、堰板を軽く縦棧に釘付けする。堰板の鉛直継目は縦棧の中央にある様にし、なるべく継目が一個所に來ない様にする。

壁の厚さが小さく、鐵筋がある場合には、先づ一側を完成して正しい位置に据ゑ、突張り

第 119 圖 低い壁の型枠



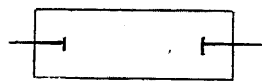
第 120 圖 高い壁の型枠



を施した後に、他の側は、壁の厚さに等しい長さで断面 2.6 cm × 5 cm 位の隔壁を挿入して、前者と正しい間隔を保たせる様にする。

隔壁は、鉛直方向には約 90 cm、水平方向には縦棧の 1 本置き位の間隔に入れ、コンクリートが其の位置まで打上つた時除去する。但し、モルタルで作つた断面 4 cm × 4 cm 位の棒を隔壁として用ゐる、コンクリートに埋込むでしまふ場合もある。此の場合、建築物の壁な

第 121 圖



どで、後に塗喰の表面仕上げ其の他の仕上げをする時には、第 121 圖の様に、モルタルの棒の両端に釘を埋込み、釘の尖端を堰板にさしてモルタル棒の位置を保たせると便利である。釘の尖端は、堰板を取外してから切取る。繫材としてボルトを用ゐる場合には、モルタル製の圓管を用ゐて、ボルトの爲の穴をあけると同時に、隔壁の役目をなさしめることがある。モルタル製の圓管の代りに竹を用ゐることもあるが、竹を抜き去るのに困難を感じる。

壁の厚さが廣くて職工が型枠の内部で作業をなし得る場合には、兩側の型枠を同時に作つ

てよい。此の時、兩側の縦棧を頂部で連結すれば、突張りの數を減じてよい。

壁の型枠設置の場合に測線を張り、正確に傾斜を直し、突張りを施すのは、大切な方の側面丈けで十分で、他の側面は、隔壁で自ら正確に据付けられる。兩側面を別々に据付け様とすると、反つて餘分の手間がかかる。

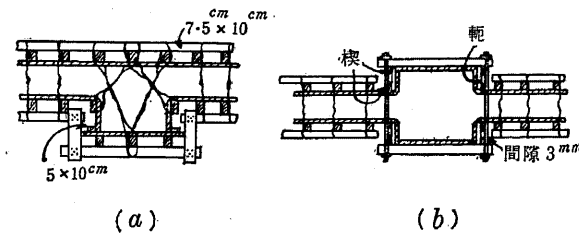
以上の様にして型枠を据付けたら、假りの突張りを取去つて、断面 5 cm × 10 cm 或は 7.5 cm × 10 cm の突張りへと交換する。壁が低ければ、第 119 圖の様に、断面 2.6 cm × 15 cm のものでもよい。突張りの間隔は、大約、3 m 位にする。

壁が低いか又は餘り重要でないものは、第 119 圖の様に、貫材を省略することもあるが、壁の高さが 1.8 m 以上のものは、貫材を用ゐないと型枠が振れたりして、狂ひを生じ易い。貫材があれば、繫鐵線が弛んだりした時にも、縦棧に平等な壓力を受けさせることが出来るし、又、非常に高い壁でも突張りの數を大いに減ずることが出来る。貫材は、唯、其の位置を保たせ得る程度に、軽く釘付けするか、鏝で止めておけばよい。突張りとの間に、第 120 圖に示してある様に、楔を入れておけば、側面の傾斜を直すのに便利である。

型枠の兩側が正しく据ゑられたらば、最後に繫鐵線を締める。繫鐵線を最後に締めないと、締め過ぎたもの、弛んだものが出来て、再び締め直さなければならない様なことが起る。

壁の型枠で一番弱い所は、壁の曲り角の所である。こゝでは、外側の縦棧に直接相對する内側の縦棧がないため、繫材や突張りが忘れがちであるから、特に注意しなければならない。

第 122 圖 壁と柱と連絡する部分の型枠



外側角の縦棧は、十分内側の縦棧に締付ける。貫材は、隅で重ね合せ、大きな釘で留める必要がある。

第 122 圖 (a) 及び (b) は、壁が柱と連絡する部分の型枠の構造を示す。

§ 284. 繫 材

繫材として、普通の建築物の壁などでは、鐵線が最も多く用ゐられて居るが、正確を要する重要な工事には、ボルトを使用しなければならない (§ 265 参照)。

鐵線は直徑約 3.5 mm のものが多く用ゐられる。其の配置及び使用すべき本数は、コンクリートの高さ、打込みの速度、気温、等を考慮して定めるのであるが、概則を言へば、高さ 3.6 m 迄の壁で、厚さ 2.6 cm の堰板を用ゐ、總ての縦棧を繋ぐ場合に、壁の下半分では直徑 3.5 mm の鐵線 2 本撚り 2 本を用ゐ、上半分には 2 本撚り 1 本を用ゐればよい。

鐵線は、縦棧及び貫材に纏回させるか、又は、單に貫材丈に纏回させる。鐵線を通す穴は、一側の堰板だけにあけておき、他側の穴は、組立てゝから現場であける。普通、螺錐で穴をあけるが、丸鋼を焼いて之を通す方が便利なこともある。

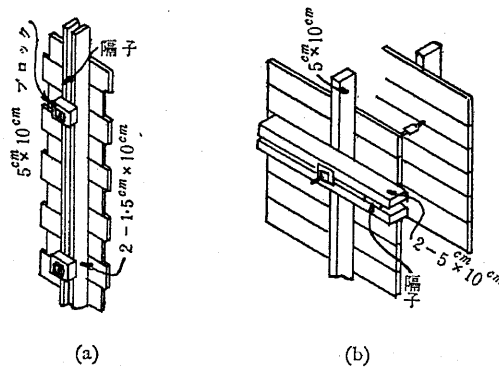
繫線を締める前に、隔子が繫線の上部にある様にする。隔子が繫線の上部にあれば、職工が締めた鐵線の上を涉り歩くことを防ぐことが出来る。

繫線を締めるには、線の両端を締めて結んだ後に、壁の内側で鉋の柄などを用ゐて鐵線を振回す。此の際、鐵線が貫材又は縦棧にあたる所は、弛みのない様に鉋で平に打付けておかないと、コンクリートの施工中に弛んで、型枠に狂ひを生ずる恐れがある。鐵線をあまり振回し過ぎると切れるから注意を要する。鐵線を締める爲に、徑 3 cm、長さ 10 cm 位のガス管の表面に鐵線の通る丈の大きさの穴を澤山あけておき、之に鐵線の端を挿入して管を回轉するのは良法である。締め終つたならば、管がもどらない様に、釘などを挿して留める。

繫線は、型枠を除去した後之をコンクリート表面以下で切り、其の上に相當な仕上げをしなければならぬ。

厚さ 2.6 cm 以上の堰板を使用し、縦棧の 1 つおきに繫材を用ゐる様な場合には、ボルト

第 123 圖



(a)

(b)

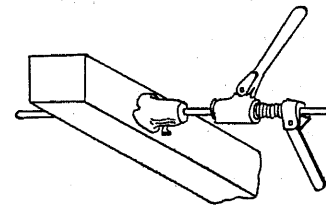
ボルト又は丸鋼は、之を切取ることが容易でない爲と、經濟上の關係からとて、後に引抜くことが多い。引抜く時には、コンクリート打ちに先立つて、豫め之に油を塗るか、油紙などで之を包むことが必要である。コンクリートを打つてから、大約 2 日以内であれば、ボルトを少し振れば左程困難なしに引抜くことが出来る。引抜き用の特殊の器具を用ゐれば、最

を用ゐなければならない。其の太さ及び数は、場合に應じて計算して定める。

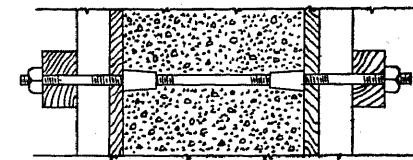
第 123 圖 (a) は縦棧として 2 本の木材を使用した場合、第 123 圖 (b) は貫材として 2 本の木材を用ゐた場合、のボルトの用法を示す。

大工事では、ボルトの代りに、普通の丸鋼と、第 124 圖 に示す様な特別の締付け用器具とを用ゐることがある。

第 124 圖



第 125 圖



も便利である。猶ほ、ボルトの引抜きを容易ならしめる爲に、モルタル製の管、時としては竹などを用ゐることは、前項に述べた通りである。

ボルトを引抜いた後、其の孔はモルタルで之を填充するのであるが、此の作業は仲々面倒であるのみならず、特に方法を講じなければ漏水の原因となり易い。第 125 圖 は、斯の如き缺點を避ける爲に、丸鋼の一部をコンクリート中に残す様に考案したものの 1 例である。

§ 285. 羽目型板を用ゐる壁の型枠

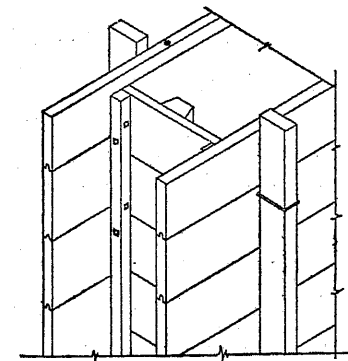
壁の型枠を反覆使用する場合、豫め羽目型板を作つておけば、現場に於ける組立ての手数と時間とを節約することが出来る。

羽目型板の大きさは、大約 2.4 m × 3 m、重量 250 kg 位のものが、4 人乃至 6 人で取扱ひ得るから便利である。壁の羽目型板は、床版の型板として利用し得ることがあるから、大きさを定めるには、斯かる場合のことも考へるがよい。

堰板の厚さは 3.8 cm 位、縦棧は断面 7.5 cm × 10 cm 又は 10 cm × 10 cm 位、のものを用ゐれば、堅固な羽目型板を得るのに便利である。

堰板の両端は直線に切り、一端は縦棧の中心線と合する様に之に釘付けし、他端は隣りの

第 126 圖



羽目型板と縦棧の所で継ぎ合せればよい。

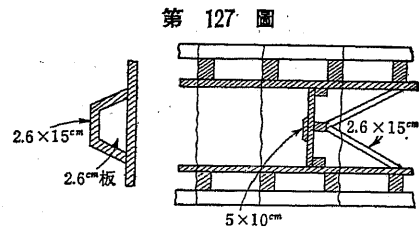
組立ての方法は、§ 283 の場合と同様である。

§ 286. 隔壁及び栓

鉛直の打繼目を設ける時には、隔壁及び栓を作らなければならない。

第 126 圖 は、壁の幅が狭い場合の隔壁及び栓を示す。

第 127 圖 は、壁の幅が広い場合に、堰板に縦棧を



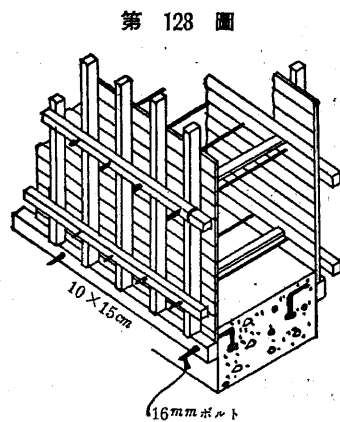
第 127 圖

打付け、之を筋違ひで兩側の縦棧に留めたものである。桧は、小さいものならば1本の木で作つてもよいが、大きいものは、圖の左方に示す通り、板を組合せて作る。

§ 287. 高い壁の型枠

高い壁でも其の全高の型枠を作る時には、既に述べたと同様に製作すればよい。但し、高い壁では外側から突張りを施すことが困難であるから、堰板は厚さ 3.8 cm, 縦棧は 10 cm × 10 cm 位、のものを用ゐて、堅固に作るのが便利である。此の場合、貫材を用ゐることがは是非必要である。繫材としては、頂部以外は、總てボルトを使用する。

水平の打継目を厭はない時には、羽目型板を鉛直に引揚げて、反覆使用することが出来る。羽目型板を手で取扱ふ場合には、2.4 m × 3 m 位の大きさが手頃であるが、引揚げに動力を使用し得る場合には、もつと大きいものを用ゐることがある。其の高さは、一度に打つコンクリートの高さよりも 15 cm 位大きくしておいて、既に打つたコンクリートに重なる様



第 128 圖

にする。

羽目型板を上方に引揚げてから其の底部を支へる爲には、第 128 圖 に示す様に、コンクリートを打ち終る時に、コンクリートの上面から大凡 15 cm 下の所にボルト又は棒鋼を 1.8 m 乃至 2.4 m の間隔に埋めておき、之に断面 10 cm × 10 cm 乃至 10 cm × 15 cm の横木を取付けて、其の上に羽目型板を載せればよい。但し、特別のボルトを埋込む代りに、前にコンクリートを打つ時に繫材として用ゐたボルトを使用することも出来る。

羽目型板に一時的の位置を保たせるため、又は、他側の型板との距離が大きくて兩者を繫材で連結し難い様な場合には、豫め適当な数の鐵線又は棒鋼を十分コンクリート中に埋込むで置き、之を羽目型板の棧に結び付ける。

最下の貫材及びボルトは、既に打つたコンクリート面の直ぐ上にある様にし、羽目型板をコンクリート表面に密着せしめ、新らしく打つコンクリートとの継目に、隆起線の出来ない様にする。

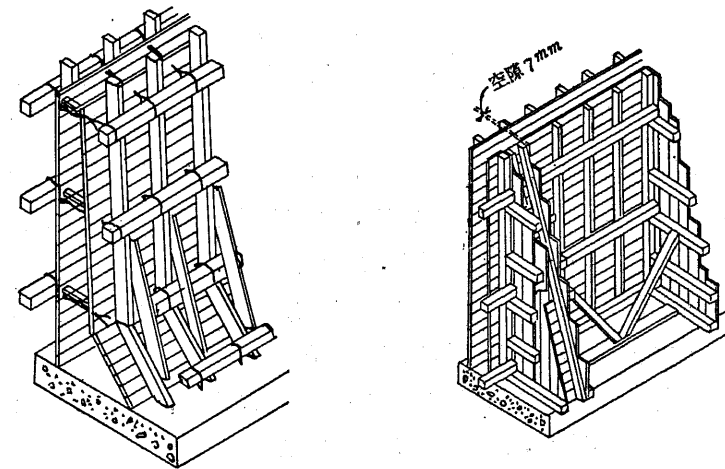
√ § 288. 鐵筋コンクリート擁壁の型枠

第 129 圖 は、片持梁式鐵筋コンクリート擁壁の型枠を示す。壁の背面にある持送りの型板は、壁の縦棧と同じ間隔に置いた縦棧を有する羽目型板に作る。之にはコンクリートの上向壓力が働くから、持上げられない様に、擁壁底版の鐵筋などに十分之を繫定しておく必要がある。

此の持送りの羽目型板の上に、縦壁の羽目型板を載せ、縦棧を互に釘付けし、猶ほ圖の様に、兩者の間に 2.6 cm × 15 cm 断面を有する筋違を釘付けする。繫材、貫材、等を配置することは、普通の壁と同様である。

壁の頂及び底部の隔子は、正しく壁の厚さに等しい長さのものでなければならないが、中間の隔子は、ほど正しい長さのものとし、楔を用ゐて位置を保たせるのが便利である。

第 129 圖 片持梁式鐵筋コンクリート擁壁の型枠 (二) 第 130 圖 扶壁式鐵筋コンクリート擁壁の型枠



第 130 圖 は、扶壁式鐵筋コンクリート擁壁の型枠を示す。

扶壁の傾斜面の型板は、ほど、隔壁の型板と同様に作り、其の取外しを容易にするため、圖の様に、羽目型板に作るがよい。

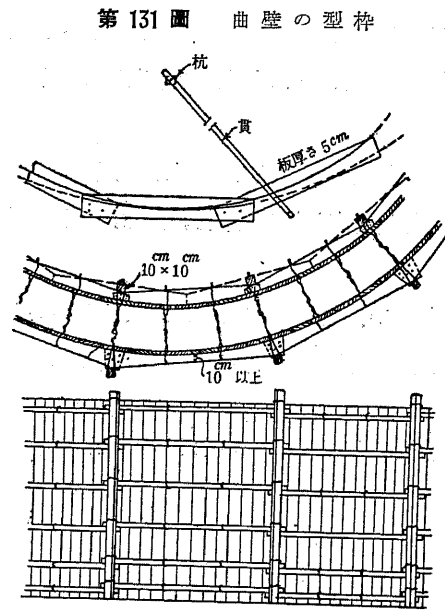
扶壁の間隔が小さい時には、縦壁の堰板は鉛直に使用してもよい。扶壁の突張りは、各々の扶壁のコンクリートを同時に打つ場合の外は、水平に入れてはならない。

√ § 289. 曲壁の型枠

曲壁の型枠は、圓柱の型枠と同様に、鉛直の堰板と水平の軌材とで作る。

軛は、欲する曲面を與へる様な形に、之を切らなければならない。圓形の壁に用ゐる軛を作る場合を説明すれば、次の如くである。

第 131 圖 の上部に示してある様に、先づ圓の壁を設くべき地上の中心に杭を打込み、此



第 131 圖 曲壁の型枠

の杭の頂面を平に切り、之の上に中貫位の木の一端を釘で止めて杭の周りに自由に回轉し得る様にし、此の貫の他端には、釘から圓壁の外半径に堰板の厚さを加へた長さ、及び、内半径から堰板の厚さを引いた長さ、にある 2 點を求めて、鉛筆が差入れられる丈の孔をあけて置く。貫を杭の周りに回轉して 2 個の圓周を畫き、夫等の上に厚さ 5 cm の板を、端が長さ 15 cm 乃至 30 cm 重ね合さる様に並べる。板の幅は、圓の半径に應じて定める。更に貫を、並べた板の上に回轉して、板の重なり及び板の端で切るべき深さが殆ど同じになる様に板の位置を調節した後に、板を軽く

釘付けする。次に、板の上に鉛筆で圓周を畫き、又、板の重なりを記入する。それから板を取離して板を示された圓周の通りに切り、之を元の様に重ね合せれば、正しい圓周を有する軛材が得られる。1 枚の定規板を作り、之を基準として他の總ての軛材を切つてもよい譯であるが、若し初の定規板に少しの狂ひがあれば、全部の軛はよく合はないことになる恐れがあるから、一々寸法を取りて切るに越したことはない。

厚さ 5 cm の板を 1 枚使用する代りに、2.6 cm の厚さの板を、第 131 圖 に破線で示した様に、交互に板の中心で重ね、釘付けして用ゐてもよい。

軛材の幅は、外側のものでは其の中央で 10 cm、内側のものでは端の重ね合せの中心で 10 cm、以上とする。

堰板は、現場で軛材に釘付けしてもよいし、又、羽目型板に作りて現場で組立ててもよい。堰板の幅は、圓の半径が小さい程、狭いものを用ゐなければならない。

型枠全體の構造は、第 131 圖 に示した様なもので、鉛直の貫材、繫線、隔子、等を用ゐることは、普通の壁と同様である。

壁面に勾配がある場合、軛材は、其の半径に應じて、別々に之を作らなければならない。此の場合、堰板は普通の矩形のものを 3 枚乃至 4 枚位軛に釘付けにし、頂部で約 5 cm 位の間隔を

あけて次の 3 枚乃至 4 枚を打付け、間隙の部分には、之に適合する様に板を切りて挿入する。

○ § 290. 壁の型枠の取外し

壁の型枠を取外すには、先づ外側にある突張りを取外し、繫線を切り、鏝、ボルトのナットを除去する。此の際、手頃の箱を用意して、鏝、ナット、座鐵、等を其の中に入れて行けば、是等のものゝ紛失を防ぐのに甚だ有效である。

型枠が現場で製作された場合には、先づ貫材を叩き外し、次に縦棧を 1 本づつ堰板から取り剥がす。この方が、堰板と棧とを同時に取外して、後に各々を分離せしめるよりも、一般に便利である。此の作業が容易に行はれ得る爲には、製作に當りて、堰板と棧との釘付けを出来る丈けおきしておく必要がある。最後に、繫鐵線をコンクリートの面以下に切り、又は、ボルトを引抜く。但し、ボルトは、型板取外しの前に引抜くこともある。

羽目型板を組立てた場合には、上部の羽目型板から取外す。一般に、ボルトを引抜けば、羽目型板が容易に取外せるけれども、若し困難を感じる場合には、羽目型板を取外す前に、貫材を取外せばよい。

○ (D) 床版及び梁の型枠

§ 291. 一般の構造

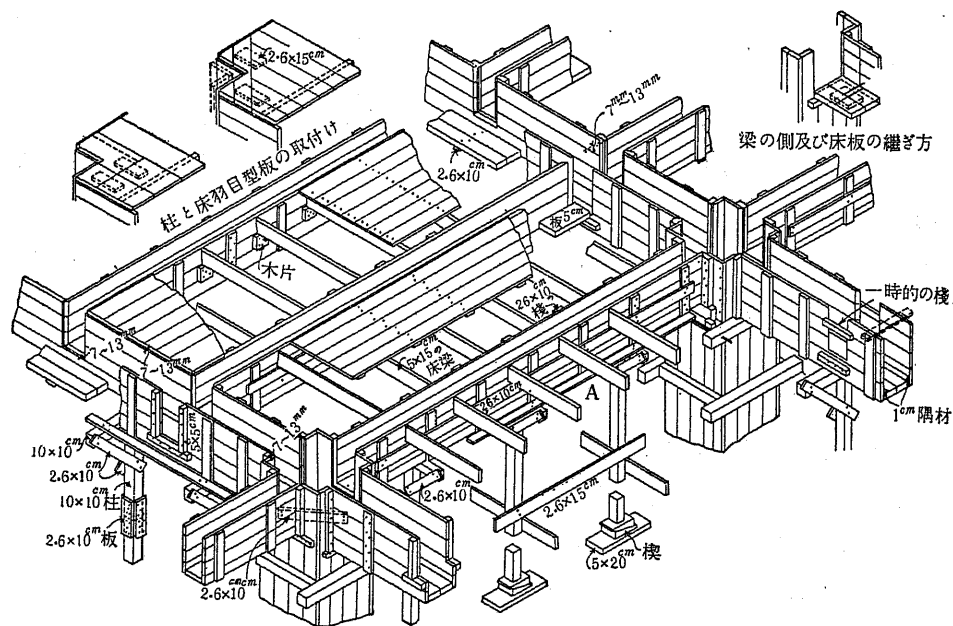
床版の型板又は梁の側板及び底板は、豫め羽目型板に作つておいて、是等を現場で組立てるのが普通である。時としては、梁の型枠は、之を完全な箱形に作つておいて、現場に運搬することもある。

第 132 圖 は、床版及び梁の型枠の一般構造圖である。

床版の羽目型板の寸法は、人手で取扱ふ時、1.5 m × 1.35 m 乃至 1.5 m × 2.7 m 位である。板は、普通、厚さ 2.6 cm のものを仕上げて用ゐ、棧は 2.6 cm × 10 cm 位のものでよい。板を直ちに床梁に打付けて羽目構にすることもあるが、重くなつて取扱ひに不便である。羽目型板の幅、長さ共に、コンクリート梁の空間隔よりも 12 mm 乃至 25 mm 位小さくしておかないと、板がコンクリート中に入込むで、取外しの際に非常な困難を感じることもある。縁端は、全周 45° の傾斜に切つておくがよい。

床版の羽目型板は、圖の様に、床梁の上のせる。床梁は、梁の側板の突張りに兼用することもある。床梁の寸法は、スパンと間隔とによることは勿論であるが、断面 5 cm × 15 cm 位のもので多く用ゐられる。床梁は、梁の側板に釘付けした断面 15 cm × 3.8 cm 位の板で

第132圖 床版及び梁の型枠



受けさせてもよいが、圖の様に、側板の棧に釘付けにした横木の上に載せることもある。

小梁及び大梁の底板は、厚さ 5 cm の板を 4 側仕上げて用ゐる。板の幅が梁の幅と同じであれば棧を用ゐないでよいが、梁の幅が 25 cm 以上になれば、数枚の板に断面 2.6 cm × 10 cm の棧を 60 cm 乃至 75 cm の間隔に釘付けして用ゐるのが経済的である。

梁の側板は、厚さ 2.6 cm 位のものを用ゐる、30 cm 乃至 75 cm の間隔においた棧に釘付けすることは、底板の場合と同様である。梁の側板は決して底板の上に載せず、底板の外側に重ね合せる。

大梁と小梁との接合部に於ける構造は、圖に示す通りである。

梁を支へる柱の頂には、柱と同じ断面(普通 7.5 cm × 10 cm 又は 10 cm × 10 cm)の木を、支持すべき梁の幅よりも 45 cm 位長い長さ切つたものを釘付けにし、此の木の両端と支柱とを断面 2.6 cm × 10 cm 又は 2.6 cm × 15 cm の筋違ひ 2 本で圖の様に釘付けする。支柱の下端には楔を置く。楔は堅木で作り、幅 10 cm 乃至 15 cm、長さ 20 cm 乃至 25 cm、厚さは一端で 7.5 cm、他端で 1.2 cm 位のものでよい。楔の下には、普通、断面 5 cm × 20 cm、長さ 30 cm 位の臺木をおく。但し、軟かい地盤の上に載せる時には、沈下を考慮して、十分大きな臺木を用ゐなければならない。

継いだ支柱を使用することは、出来る丈之を避けるがよい。2 個所に継手を作つたもの

は、決して之を用ゐてはならない。已むを得ずして継いで用ゐる時は、継目の位置は決して支柱の高さの中央 3 分の 1 の部分にない様にし、衝頭をよく合せて、4 周に十分長い棧を釘付けすることが必要である (§ 258 参照)。

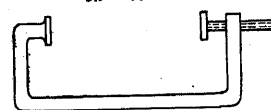
長さ 2.4 m 以上の支柱は、中央に断面 2.6 cm × 15 cm 位の木を水平に打ちつけて、4 方向に支持する必要がある。

組立てるには、先づ構造物の外側にある柱の型枠を据えた後に、是等の間に外側の梁の底板と、之の支柱とを設置する。之を基準として内部の型枠の組立てを進める。底板には、必要あれば、支柱の下の楔を締めて、スパン 1 m に就き 2 mm 位の割合で反りをつける。

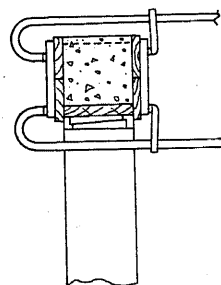
大梁の底板が設けられたらば、其の側板の下部を、位置を保つに必要な程度に軽く底板に釘付けし、上部は開かない様に一時木を打つて止めておく。次に、大梁の間にある小梁の底板と支柱とを設置し、前と同様にして其の側板を取付ける。そして、大梁の側板と小梁の側板との間に突張りを入れる。

次に床梁を据ゑ、其の上に床版の羽目型板を置き、之の 4 周を軽く釘で止める。斯くして一通りの組立てを終つたらば、各部をよく調整し、最後に各部を釘付けして固定する。

第133圖



第134圖



梁の側板と底板とを固定するのに、種々の方法がある。梁の高さが 60 cm 位までならば、側板の棧の所で、長さ 10 cm 位の釘を 1 本、棧と棧の間では此の釘を 2 本反対の傾斜に打ち込むで留めるのも一法である。但し、型枠取外しの際に釘を抜くことが容易である爲に、釘の頭を少し出して置くがよい。圖に A と示してある様に、支柱の頂に釘付けした横木の上に、断面 2.6 cm × 10 cm 位の棧を打付けるのは、有効な方法である。側板の棧を底板下まで出して置き、是等を梁の下に於て、断面 5 cm × 10 cm 位の木でとめてもよい。時としては、側板と底板とを固定する目的

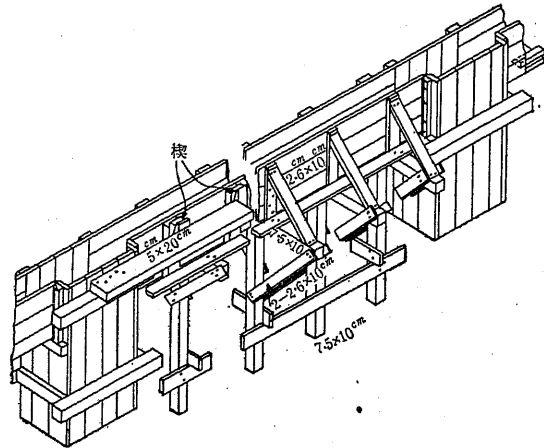
で、特に作られた金物を用ゐることもある。第133圖及び第134圖は、其の例である。

梁の高さが大きい時は、側板が高さの中央で開かない爲に、壁の型枠と同様な構造にしなければならない。

外側の梁では、其の側板を支持する床版の型板がないから、第135圖に示す様な構造にしなければならない。圖の右方に示してあるのは、最も普通に用ゐられる方法であるが、側板を正しく直線になる様に据ゑることが困難であるので、左方に示した様に、厚板を柱型枠の軌に打ちつけ、之と側板との間に楔を入れて、側板の位置を保たせる方法も用ゐられる。

最後に、支柱の筋違ひを設け、楔をしまして型枠各部を全く正しい位置寸法に直したならば、

第 135 圖 外側梁の型枠



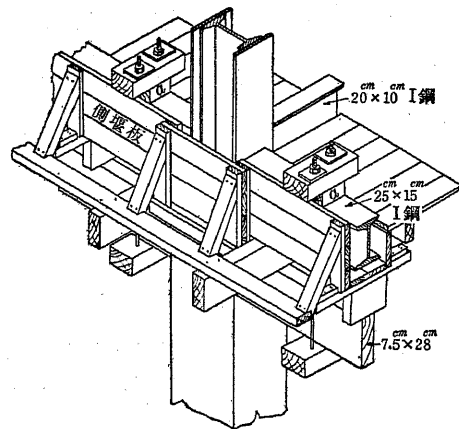
板の羽目型板, (8) 小梁の底板及び支柱, (9) 大梁の底板及び支柱。

§ 292. 鋼梁を埋込む梁の型枠

鋼鉄梁又は I 形鋼などをコンクリート中に埋込む梁の型枠は、之を鋼梁から吊るのが普通である。そうしないと、コンクリートを填充した時に型枠が下るから、鋼梁の下側に空隙が出来、下側のコンクリートが後に剝脱する恐れがある。

型枠を鋼梁に吊るせば、支柱などを省略することが出来るから、木材が大分節約され、支柱がないから梁下に於ける作業に便利であり、建築物などに於ては、各階の床組のコンクリ

第 136 圖



ートを同時に施工することが出来る利益がある。

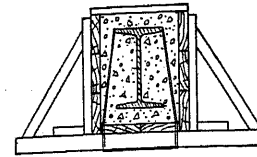
鋼梁から吊る型枠の構造は、支柱を有する場合と大體同様で、支柱の代りにボルトで吊ることが主な差である。第 136 圖は、斯の如き構造の 1 例を示す。

圖に於て、*a* と示してある木塊及びボルトの爲に残る孔は、型枠を取外した後に、コンクリート又はモルタルで埋める。ボルトの引抜きを容易ならしめる爲には、ボルトを油紙で包むか、又は、厚紙の管に入れ

コンクリート打ちを始めてよい。

柱の型枠を取外した後に、床版及び梁の型枠を取外す順序は、其の構造によることは勿論であるが、梁の底板及び其の支柱を最後まで残すものとすれば、一般の順序は、大體次の如くである。(1) 梁の側板の底部を留める横木、(2) 大梁及び小梁の接合點に於ける突張り、棧及び隅片、(3) 床梁を支持する横木、(4) 床梁、(5) 大梁の側板、(6) 小梁の側板、(7) 床

第 137 圖



ておくのが便利である。組立ての順序は、普通の場合に支柱を立てる代りに、吊りボルトを設置すればよい。

第 137 圖は、小梁に於て、ボルトを用ゐる代りに、鐵線で型枠を吊る場合を示す。

第 4 節 鋼 製 型 枠

§ 293. 概 説

鋼製の型枠は、歐米に於ては、構造物の形式、其の形體の如何を問はず使用され、或る種の構造物では、殆ど全然と言つてもよい程に、用ゐられて居る。

鋼製型枠の原價は、木製のものに較べて、勿論、高價である。普通の壁で、鋼製型枠 1 m² の原價は、壁 1 m² に要する木材費の約 8 倍乃至 10 倍に達する。それで、鋼製型枠は、之を反覆使用し得る場合にのみ經濟的になる。故に、鋼製型枠は、ミキサの様な一つの器具であると考へて、絶えず之を使用する様にすれば、非常に工費の節約が出来る。又、隧道、下水渠、等の大規模の工事では、鋼製型枠の原價は大抵一工事で回収できるから、假令それが特別な構造で、他の工事に流用することが出来ない時でも、經濟的である場合が多い。

我國でも、歐米の様に、鋼製型枠の賃貸が發達して來れば、鋼製型枠の利益を受けることが一層大きくなる譯である。

以上は、原價に就いてのことであるが、鋼製型枠は其の組立て及び取外しが簡単であるから、之に要する手間が木製型枠に比して著しく少い。又、木製の場合の様に、熟練な職工を要しない。普通の壁で、鋼製型枠の組立て及び取外しの工賃は、木製の時の約 3 分の 1 以下である。此のことも、前者と後者との經濟的價値を定めるに就いて、大切な事柄である。其の他、鋼製型枠の利點を擧げると、次の如くである。

鋼製型枠は工場の製作であつて、形狀寸法が正しく出来て居るから、組立てが容易で且つ良く出来上る。又、狂ひを生ずることが少く、弾力性があるから取外しが容易であり、移動も亦、迅速容易に出来る。突張り、筋違ひなどが木製の場合に較べて極めて少いから、場所を塞ぐことが少ない。之は、隧道工事の様に、狭い所で作業する時に、非常に有利なことである。コンクリートの表面が、木製型板を使用する場合よりも、平滑、緻密に仕上がる。従つて、下水渠、導水渠などの様に摩擦抵抗を少くする爲に、コンクリートの面を平滑に仕上げる必要がある場合に、特に表面仕上げをする工費を節約し得る利益がある。又、コンクリート表

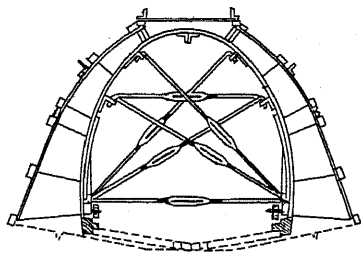
面に塗料を施す上に於ても、其の吸収力が小さいから、塗料の節約が出来、同時に工賃も安い。木製型枠では、其の組立て及び取外しに要する工賃は、職工の技倆によつて大きな差があるけれども、鋼製型枠の組立て及び取外しは多く機械的の作業であるから、少し熟練すれば普通の工夫でも出来るし、職工の技倆がさほど組立て及び取外しの工賃に影響を及ぼさない。それで、工賃を、木製の場合に較べて、餘程正確に評價することが出来る利益がある。

建築物で鋼製型枠の用ゐられるのは、普通、圓柱及び其の頭部、無梁版構造の床版、壁、基礎などである。厚い擁壁に類する大工事では、型枠の原價と共に工賃の節約が非常に大切になるから、随分大きな特別の鋼製型枠を使用した例が尠くない。導水渠、下水渠、穀倉、水槽、地下道、隧道、等の構築には、殊に鋼製型枠の利益が多いので、極めて廣く用ゐられる。

§ 294. 鋼製型枠の構造

米國では、構造物の種類に應じ、鋼製型枠製造専門の會社が、各專賣權を有する種々の考案のものを製作販賣して居る。是等のものゝ構造其他に就いては、Blaw Knox Co., Hydraulic Steelcraft Co. 及び Metal Forms Corp. 等のカタログを参照するのが便利である。

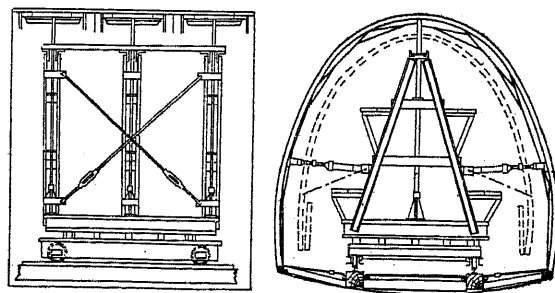
第 138 圖 下水渠の鋼製型枠



鋼製型枠の大體の構造は、山形鋼又は溝鋼の様な形鋼と鋼板とを銲接又は鉚綴したものが多し。木製の羽目型板の様に、適宜の大きさの型板を多數組合せて、所要の大きさの型枠を形成するのが普通である。

組立てには、相隣接する型板をボルト又は特殊の金物で締付ける。煙突、隧道の様なものゝ型板は、數多の弧形片から組立て、其の1箇所の継目には楔を挿入して、型板取外しの時に、此の楔を緩めて取外しを容易ならしめる。

第 139 圖 下水渠の鋼製型枠



型板は、通常堅固な枠に取附ける。枠には鋼を用ゐる場合が多いが、木を用ゐる場合もある。枠を軌道の上に推進させて、型枠の移動を容易ならしめる様な場合も尠くない。型板と枠との間には、適當な位置にスクリウジヤッキの類を挿入して、型枠の組

立て、取外し共に、之の助けを借りるのが普通である。

第 138 圖 及び 第 139 圖 は、馬蹄形下水渠の鋼製型枠の例である。

鋼製型枠は、各自に設計製作してもよいが、普通の場合には、之を専門とする會社の製品を使用する方が、經濟的の場合が多い。

第 5 節 アーチの型枠

§ 295. 概 説

アーチの型枠即ち拱架は、アーチ軸に直角な方向のアーチ肋(rib)を適當の間隔に配置し、是等の上に上木と稱する幅の狭い木材を、アーチ軸に平行の方向に並べたものである。

拱架が豫期しない變形をすれば、アーチの壓力線が設計と異なることになり、應力度にも大きい影響を及ぼす恐れがあるから、拱架は、事情の許す限り堅牢に作らなければならない。殊に、同じ拱架を數回繰返して使用する場合には、特に堅牢な拱架を製作するのが得策である。

各種のアーチに對する拱架の形式は、殆ど同じである。

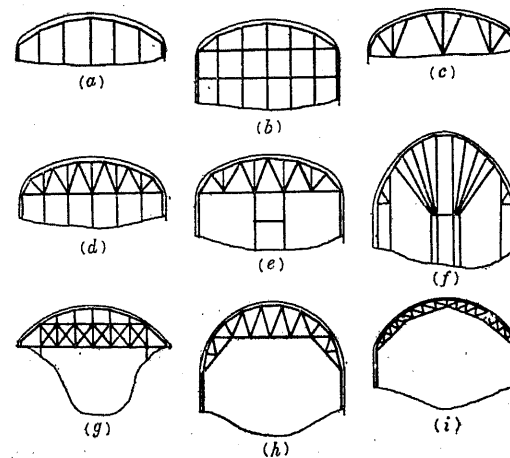
拱架の形式の決定について考慮すべき事項は、

- (1) アーチのスパン及び拱矢、(2) 基礎の状態、(3) 水深、(4) 洪水の程度、(5) 舟航、流氷其他の爲に必要な空間、(6) 利用しうべき木材の大きさ及び長さ、等である。

普通の場合、基礎状態が、拱架の形式の決定につき、最も大切な事項である。

一般に用ゐられる拱架の形式は、木材で作る支柱式である(第 140 圖 (a) 乃至 (f) 参照)。

第 140 圖



アーチが深い谷を渡る場合、又は、アーチの下に大きい空間を設ける必要があつて、支柱式の拱架を使用することが出来ない場合、等に於ては、木製のアーチ、ハウトラス、ボウストリングトラス、又は是等の組合せが用ゐられる(第 140 圖 (e) 乃至 (h) 参照)。是等は、一般に工費が高く、且つ變形が大きい缺點がある。故に、是等の使用を決定する前に、鋼製の拱架(第 140 圖 (i) 参照)に就いて、考慮する必要がある。

ある。

第 140 圖 は、各種形式の拱架の重要な部材丈けを示す。

場合によつては、ケーブルで吊つた拱架を用ゐるのが有利のことがある。特別の場合には、鉄筋に形鋼を使用し、之に型板を支持させて造るメラン式の鉄筋コンクリートアーチが、全體として経済的のことがある。

§ 296. 支柱式拱架

支柱式拱架は、他の形式の拱架に較べて、(1) 工費が最小であること、(2) 變形が最小であること、(3) 材料を再び他に利用し得ること、(4) 製作が容易であること、等の利點がある。故に、事情の許す限り、支柱式拱架を使用するがよい。支柱は、之を鉛直に用ゐることが出来れば最も好都合で、鉛直な支柱を用ゐる支柱式拱架を標準と考へてよい。

支柱の配置は、事情に適應させなければならない。

第 140 圖 (a) は、低いアーチに適するもので、支柱は、基礎から肋に達して居る 1 本の木材である。

(b) は、高いアーチの場合の支柱式拱架で、支柱を數層に作つたものである。

(c) は、支柱の基礎の數を減ずる目的で、支柱を傾斜させたものである。

(d) は、鉛直の支柱の數を増加しないで、肋の支點を増加せむとする時に使用するもので、(b) 及び (c) の場合を組合せたものである。

(f) は、交通其の他の爲に大きい空間を必要とする場合の様な、特別の事情ある時に使用する形式である。之は、非常に高いアーチに於て、總ての支柱を基礎に達せしめるのを避ける爲に、肋を支持する支柱を扇狀に配置し、是等を支柱から成る中央部の脚に支持させたものである。

§ 297. トラスの拱架

トラスで作る拱架は、他の形式の拱架を使用することが出来ない場合丈けに使用する。谷が深いとか、水深が大きいとか、交通のために相當の空間を要するとか、等の場合に、時として必要なものである。

トラスは、工費が高く、使用後の木材の利用價値が尠く、變形が大きいのみならず、豫期しない變形が起り易い。故に、トラスを用ゐる場合に於ても、出来れば、撓みを減ずる目的で、中間に、支柱を有せしめるのが適當である。

第 140 圖 (e) 及び (h) は、ウワレン トラスで、一般に用ゐられる形式である。(e) 圖は、

中央部に 2 つの支柱を使用した場合である。斯くの如き支柱を使用することが出来ない時には、トラスの變形を尠くする爲め、トラスを十分堅牢に作らなければならない。(h) は、端の支柱に斜材を付けて、トラスのスパンを減じた場合である。

トラスの高さは、拱矢に等しくすることも出来るが、下弦材の位置を高めて、短かい斜材を使用し得る様にする方が便利である。

第 140 圖 (g) は、ハウ トラスを使用した拱架を示す。(i) は、鋼製拱架で、澤山のアーチスパンがある時、又は、(e) 乃至 (h) の様なトラス拱架を避ける時に使用される。

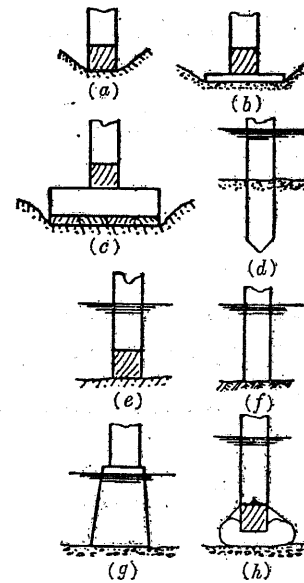
鋼製拱架を作るに、小さいアーチでは、I 形鋼を使用する場合もあるが、大きいアーチでは、鋼製の 3 鉸アーチが多く用ゐられる。

§ 298. 支柱式拱架の基礎

基礎の許容地耐力を知るために、一通りの地盤の調査及び試験を行はなければならない。

支柱の基礎には、地盤の地耐力に應じ、第 141 圖 に示す様な形式がある。

第 141 圖 支柱の基礎



第 141 圖 (a) は、直接地盤上に置いた横木で支柱を支持させる場合で、地盤が良好であり、水が無い、水があつても尠い時に使用される。(b) は、(a) の場合よりも大きい支持面を與へむとする時の設計で、横木の下に厚さ 5 cm 乃至 7.5 cm の敷板を用ゐたものである。支柱の間隔が小さい時には、全支柱の下に連続した横木を使用するのが、一般に、適當である。然し、支柱の間隔が大きい時には、(c) の様に、獨立した横木及び敷板を使用するのが便利である。

横木及び敷板は、殆ど撓みなしに荷重を安全に分布し得る寸法のものとし、是等を据える際には、鞏固な地盤に達する迄、表土を除去する。地盤に於ける降雨の影響についても、注意しなければならない。晴天の時に良好な地盤も、降雨の際に悪い基礎となることある。支柱

を水深の大きい河底におく時には、敷木が河底にしっかりと載り、之が地盤の凸起などの上に載らない様、特に注意を要する。木材の横木及び敷板で、沈下の恐れある時には、コンクリートの基礎を用ゐる。コンクリートの基礎は、不均齊な地盤を平らにするにも都合がよい。

河底が軟弱で、支柱の荷重を支持することが出来ない時は、(d) に示す様に、杭を打込む。

河底が砂の時には、一般に、杭が必要である。杭は、多くの場合、起拱線の高さで切るのが適當である。杭の地盤から出る高さが大きくなれば、是等を繫材及び斜材で互に固定する必要がある。

(e) は、河底が土丹、縮つた砂利層、等で、水深が 1.5 m 乃至 1.8 m 以下の時に使用する。支柱に敷木を付けて、直接河底におくものである。基礎が硬い岩盤であれば、敷木を省略してもよい。岩盤上に 30 cm 乃至 60 cm 位の泥土がある時は、支柱を岩盤まで打込む。但し、下端を、(f) に示す様に、平面にしておく。

(g) は、コンクリート基礎を示す。之は、砂利層などの場合の様に、杭を打つには硬すぎるし、敷木によれば沈下の惧れがある様な場合に、最も適當である。(g) の方法は、水深が平均 1.2 m 以上にもなると経済的でない。斯の如き時には、支柱の下端に短かい大きい角材を釘付けて上形を作り、之に袋詰コンクリートを取付けて河底に沈める。(h) の様にすれば、袋詰コンクリートは不齊等な河底に馴染み、齊等な支持が得られ、支柱の持上るのを止める。此の方法で、水深 2.7 m の時に成功した例がある。

水深が 3 m 以上の時は、杭打ちをすることが出来れば、之が最も安全な方法である。杭の、支持されない長さは、河底以上 6 m をあまり超過しない様にし、長い杭は、長柱としての強度を検査する必要がある。

杭打ちが出来ない時には、基礎工は甚だ困難になる。斯の如き時には、石枠工で支柱を支持するか、又は、第 140 圖 (e) 及び (f) に示す様な支柱式を採用する。

§ 299. 支柱式拱架の設計及び組立て

拱架の設計をするには、先づ使用する木材の大きさ及び長さ、價格、受入の方法、等を決定することが大切である。斯くすれば、設計が出来た後に、木材を入手するについての諸種の面倒や、時間のかゝるのを避けることが出来る。設計すべき部材は、上木、肋材、冠材及び支柱、等である。

長さ 5 m 乃至 6 m 以上の木材は、高價であり、取扱ひも困難である。それで、長さ 3.6 m 乃至 4.8 m 位の木材を使用して、拱架を設計するのが適當である。

高さの大きい拱架では、長い木材の使用を避ける爲め、拱架を高さ約 3.6 m の階層に作るがよい。斯くすれば、木材費も安く、組立てが容易且つ迅速である。但し、丸太を使用する場合は別である。

普通に用ゐられる木材の断面寸法は、上木の厚さ 2.5 cm 乃至 10 cm、肋材 5 cm × 25 cm 乃至 7.5 cm × 30 cm、冠材 20 cm × 30 cm、支柱 10 cm × 10 cm 乃至 20 cm × 20 cm、繫

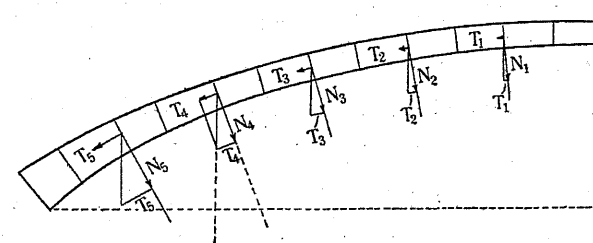
材 5 cm × 15 cm 乃至 7.5 cm × 20 cm である。

拱架は、アーチのコンクリートの重量に耐へ得る様、安全を主として設計する。剛性が強度よりも一層大切である。

アーチのコンクリートを打つ順序方法により、コンクリートの重量のほか、動荷重に対する考慮が必要である。非常に高さの大きい拱架では、拱架の重量も考慮する。

コンクリート拱環の自重は、一般に、拱頂から起拱に行くに従つて増加するが、肋材は、拱頂の部分を除き、傾斜して居るから、肋材は鉛直荷重の全部を受けない。それで、拱架に働く荷重を簡単に求めるには、第 142 圖 に示す様に、拱環をアーチの曲率半径の方向の面で、長さ約 2.5 m 乃至 3 m 位の間隔のブロックに分け、各ブロックの重量を圖の様に拱腹に

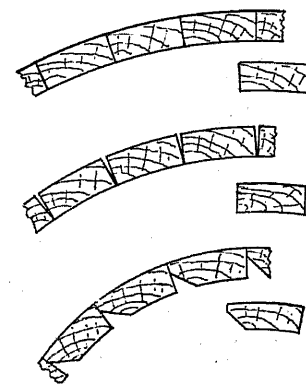
第 142 圖 拱架に加はる荷重を求める方法



直角に働く分力 N と、拱腹に接線の方向に働く分力 T とに分けて、考へるのが便利である。そして、拱架が是等の力に耐へ得るかを検査する。

上木の厚さは、一回丈け使用する場合は 2.5 cm でよいが、數回使用する場合には 3 cm 以上とする。時としては、厚さ 5 cm 乃至 10 cm の上木を用ゐ、肋材の間隔を大きくし、肋材を支柱に載せ、冠材を省略することがある。

第 143 圖



上木を載せるのに、第 143 圖の様な諸方法がある。第 143 圖 (a) の様にするには、上木を梯形断面に仕上げなければならない。(b) の様に矩形断面の上木を用ゐれば隙間が出来から、コンクリートを打つ前に、之に砂、粘土、等を填充する。(c) の様にすれば、摺合せが鈔いから、密接した継目を作ることが容易である。此の上木を作るには、手斧で板の角をそぎ落せばよい。大きいアーチでは大いしたことでないが、スパンの小さいアーチの場合には、上木を密接させるため、どれかの手段が必要である。

肋材の曲面を作るには、先づ、厚さ 2.5 cm 位の板で、幅 1.2 m 乃至 1.5 m 位の大體アーチの形をした臺を作り、之に拱腹線を描く。拱架は沈下するから、之に備へるため、拱腹線の形を、反り又は上越しに相當する丈け、變へなければならない。反りの量は、拱架のスペン；高さ、基礎の状態、コンクリート打ちの方法、等によつて異なるが、スペン 30 m に對し、2.5 cm 乃至 3 cm 位が適當な値である。木材の継目に荷がかゝると、大約 0.75 mm 乃至 1.5 mm 位喰込むものである。依つて、與へる反り及び上越しに相當する丈け、畫いた拱腹線を修正し、之に合する様に上木、肋材、冠材の形狀を決定する。そして、肋材の標準型を作り、之に従つて肋材を仕上げる。アーチの曲率半径が 45 m 以下の時には、普通の肋材の代りに、木材に所要曲面を有する木片を釘附けしたものをを用ゐてもよい。

拱架の節點に於ては、木材を正しく切つて、密接させることが必要である。殊に、支柱に於ては、此の點に注意しなければならない。支柱は、最初一時的に固定し、肋材が正しい位置に据えられた時、繫材で緊定する。

組立てに、釘を用ゐるか、ボルトを使用するかは、場合による。ボルトを使用すると、孔をあけたり、ボルトを締めたりする工費が高いし、又、水上の拱架の場合には、ボルト、ナット、座鐵、等の損失が多い。又、ボルトが十分締付けられて居るかどうかを、一々検査しなければならない不便がある。大きい釘を用ゐれば、工費も安く、剛性の大きい拱架が得られる。

支柱が 1 層である時は、出來れば、支柱の下に楔を入れる。此の場合、支柱と冠材とは添板を用ゐて釘附けすることが出來、楔を柱の頂におくよりも作業が容易である。但し、楔で重い重量を持上げなければならない缺點がある。楔を支柱の頂におく時は、之を冠材に直角の方向におく。之は、楔を打つたり、弛めたり、する作業を容易ならしめるためである。拱架が數層の支柱から成る時は、楔を最上層の支柱の下端におく。

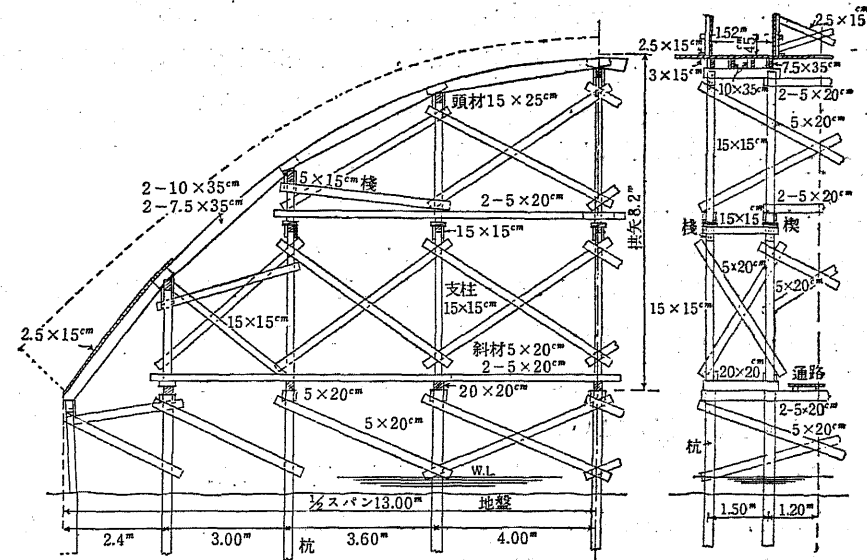
楔は、堅木で作られ、1 對づつ使用し、勾配は $\frac{1}{5}$ 位とする。楔の大きさは、支柱の大きさによつて異なるが、普通、幅 20 cm 長さ 30 cm、一端の厚さ 7.5 cm 他端で 1.3 cm 位が、適當な大きさである。時としては、1 對の楔を用ゐる代りに、3 片から成る組合せ楔を用ゐることもある。楔に來る壓力は、 6 kg/cm^2 乃至 7 kg/cm^2 を超過しない様にする。餘り壓縮力度が大きいと、抜きにくい。楔は、コンクリートを打つ直前に検査し、コンクリート打ちの際、之を監視し、必要あれば、鏝其の他でとめておく。

時としては、砂箱、スクリー ジャッキも、楔と同様な目的に用ゐられる。

上木は、普通、肋材に釘附けするが、之を數回使用する時には、羽目型板に作ることもある。上木は、アーチの側面から外方に 60 cm 位持出し、通路、及び、アーチの側型枠の支持に便ならしめる。

アーチの下部に於て、アーチが急勾配をなす時は、此の部分の型枠は、橋脚又は橋臺と一緒に作るのが便利である。

第 144 圖



第 144 圖 は、スペン 25.8 m の開側拱橋の拱架を示す。アーチの形は拋物線形であり、肋の幅は 1.5 m、厚さは、45 cm 乃至 1.5 m である。之は、水深が 90 cm 乃至 1.8 m で、水流が早く、河底が比較的軟いので、杭を支柱とした場合である。そして、工費を減ずるために、出來る丈け杭の數を減ずる様に努めたものである。それで、斜材及び繫材は、普通の場合よりも、幾分大きいものが使用してある。杭の長さは 7.5 m で、起拱線の高さで之を切り、杭の上に 2 層の支柱式拱架が作つてある。

§ 300. 數スペンのアーチの拱架

2 つ又は 2 つ以上のアーチを造る時、幾個の拱架を作るかは、アーチの設計にも關係がある。

2 スペンのアーチの場合には、2 つの拱架を作ることが、殆ど常に必要である。但し、スペンに較べて拱矢の大きいアーチで、橋脚に働く水平力が小さい時は、一時、水平力を受ける装置をして拱架を取外し、之を他のスペンに再用することもある。

3 スペンの場合には、2 つの拱架を作り、第 1 の拱架を第 3 のスペンに再用する。

4 スペンの場合には、2 つ又は 3 つの拱架を作る。5 スペン以上の時は、豫定の工期に應

じ、3つ又はそれ以上の拱架を作る。

幅が大きいアーチの場合には、幅の $\frac{1}{2}$ 又は $\frac{1}{3}$ に相当する丈の拱架を作り、之をアーチ軸の方向に移動するのが経済的である。

第 144 圖 は、2 スパンのアーチを、1 つの拱架で作つた場合の拱架で、起拱線の平面で、橋臺から橋脚までアーチを圍むでケーブルを張り、其の中央に臺を造り、臺の上に、拱架を取外す時、アーチの水平力に抵抗する丈の張力がケーブルに生ずる荷重を載せ、拱架を取外し、之れを次のスパンに使用した例である。

§ 301. 拱架の取外し

拱架は、極めて徐々に之を取外し、アーチに衝撃を與へない様になければならない。拱架の取外しは、普通、コンクリート打ち終り後、2 週乃至 4 週とする。30 m スパンのアーチで、夏期ならば、3 週間が適當である。拱矢とスパンとの比が大きいアーチの拱架は、小さいものよりも早く取外してよい。

コンクリートのクリープを利用して龜裂發生の惧れを減ずるには、コンクリートが所要の強度に達した時、なるべく早く拱架を取外さなければならない。

拱架を取外すには、先づ斜材及び繫材の大部分を取去り、次に拱頂から、左右對稱に、起拱線の方に向ひ少しづつ楔を弛める。そして、拱架全體が同時に同じ量丈下る様にする。之が爲めには、楔に印をつけて、同量丈楔を弛める様にするがよい。時としては、楔の面に油を塗ることがある。斯く注意しても、少しづつ弛めることはなかなか困難なもので、餘程注意しないと、アーチに衝撃を與へる惧れがある。依つて、大きいアーチの場合には、楔のほかに、砂箱、スクリー ジャッキ、クラッシング ブロックなどが用ゐられる。

數スパンのアーチに於ては、隣りのアーチのコンクリートを打つ前に、拱架を取外してはならない。場合によつては、最後にコンクリートを打つたアーチと、拱架を除去したアーチとの間に、拱架を有する 2, 3 のアーチをおくのが安全である。

§ 302. 鋼製拱架

支柱式の拱架を使用することが出来ないため、木造トラスの拱架を使用せむとする時には、之と鋼製拱架とを一應比較する必要がある。アーチのスパンの數が多い時は、支柱式拱架を使用し得る場合でも、組立ての勞力を節約し得る點から、鋼製拱架が経済的である場合が多い。アーチの下の水深が深い場合に、殊にそうである。

拱矢の小さいアーチで、洪水位が高い時には、鋼製拱架は、他の形式の拱架よりも、水流

を妨げることが多い利點がある。猶ほ、鋼製拱架の利點は、木造拱架よりも撓みの多いこと、撓みを木造拱架よりも正確に計算し得ること、等にある。缺點は、溫度變化による變形が大きいから、コンクリート打ちに際して、特別の注意を要することである (§ 176 参照)。

鋼製拱架の設計は、アーチの設計、拱架を取扱ふ方法及び地方的狀況、等によつて異なる。一般に、鋼製拱架は、山形鋼を用ゐ、數個の部分に分けて作られる。

多くの場合、拱架の兩端を繋ぐ爲に、引張材が必要である。是は、撓みを防ぐため、下弦材から吊るのが普通である。

鋼製拱架を多數の 3 角形トラスに分け、是等を組合せて、種々の形及びスパンのアーチに應用し得る様に造つたものもある。トラスの上弦は、拱腹線の形にしてもよいが、普通は、多角形にする。後者によれば、トラスを他のアーチに利用するのに便利である。

鋼製拱架の肋の間隔が比較的狭い時には、上弦材にボルトで止めた肋材の上に、厚さ 7.5 cm 乃至 10 cm の上木を載せる。拱矢の大きいアーチでは、冠材及び肋材を用ゐる普通の方法による。