

第十三章 型工、用具及び施工法

第九十一節 型工 (Construction of Forms).

我國では鐵筋混凝土の施工に際し其の型工に費用が非常にかかると云ふことは殆んど一般の定論で有る、多くの場合に於て工事費總額の三割乃至三割五分に達したと云ふ事を聞く場合が少なくない、今之れを外國の一例に照すに米國マサチウセツ州に建設せられたる四階建鐵筋混凝土工場では全工事費に對し木材は六分三厘(窓材を含み)支保及び型工費は一割零分五厘合計約一割七分弱で有つた、工費の低廉ならざる米國と勞銀の低廉なる我國との相違此の如きは、畢竟我國では型工に餘り大事を取り過ぎ材料も無益に大なる處有るに依るだらうと想像せざるを得ない。

鐵筋混凝土建築物の良否は模 型工の如何に依るものであるから、型工を輕視するのは大なる間違であるが然し餘り丈夫なる物を作る事も甚だ無益である。

(a) そこで第一に問題となるのは板の厚さで有る、我國で施工せる例を見るに壁や床用の板材に厚二寸乃至二寸五分を用ふる向きも有るが之れは甚だ不經濟な事である。此の問題を解決するには先づ軟かき混凝土が型に填充された時に幾何の壓力を之れに及ぼすべきやを究めねばならぬ、英國に於て數年に亘りロビンソン(H. S. G. Robinson, Proceeding of I. C. E. 271 頁, Part 1, 1911

年號参照)が實驗し得たる結果によれば、1:2:4の調合にて充分軟かき混凝土の横壓力は高さ十尺までの範圍内では一立方呎の重量 85 封度を有する液體の横壓力に等しく、又少しく堅練りの混凝土では一立方呎に就き 70 封度の液體壓力に等しいと云ふ結論に達した、故に壁等に對する型板の厚さは堅木を一尺五寸乃至二尺の間隔に配置せば八分乃至一寸板で充分で有る。

(b) 次ぎに木質で有るが之は松材にて充分である、乾燥せる材料を用ふれば日光に直射されても歪みを生ずること少なく、伸縮も亦少量で工作にも容易なるが爲めで有る。

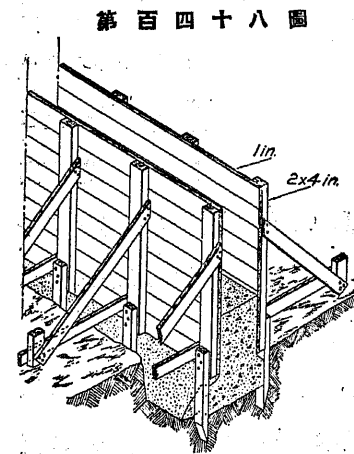
(c) 混凝土に接する表面は必ず平坦に鉋仕上げとなし、板と板との接手は可成密接せしめモルタルの洩れ出づることなき様仕上げることを肝要で有る、又型は再度使用に先立ち充分清淨ならしむる必要が有る。

(d) 混凝土が木型の表面に粘着するを 방지又數回再用の便を計る爲めに型の表面に石鹼水又はクレード油等を刷毛にて塗布することが有る、此等の目的は何れも型板の微孔を塞ぐに在る、英國の或る重要な工事で拱橋型枠の上木上に厚紙を添付した事が有つたが紙其物が皺となつて失敗に了つた、混凝土を施したる後型を長く置けば混凝土自身の凝結力が強くなるが故に型に付着することが殆んどない、此の點から見ても型を餘り早く外さぬ方が得策で有る。

(e) 型を取外すべき期限の長短は天候の良否、季節、仕事の性

質や、混凝土の調合比に依りて一定しないが、第二章にも實驗成績を示した如く型は早く外すことなく成るべく混凝土を充分硬化せしむること得策である。天候快晴なる時又は夏季には混凝土が硬化し易い、次ぎに掲ぐる期日は型を取外すべき最小限度の時間で有る。

1. 厚き壁類、二日以上、
 2. 薄き壁、夏期二日以上、冬期五日以上、
 3. スラブ(徑間六呎以下)夏期九日以上、冬期二週間以上、
 4. 桁、梁及び長徑間なるスラブ、夏期三週間以上、冬期一ヶ月以上、但し桁梁等の兩側板は二週間目に取外すも可なり、然し底板は可成一ヶ月以上其儘靜置せしむべし、
 5. 柱型、夏期五日以上、冬期七日以上、
- 冬季寒天に施工することは出來得る限り避けねばならぬ、然し寒

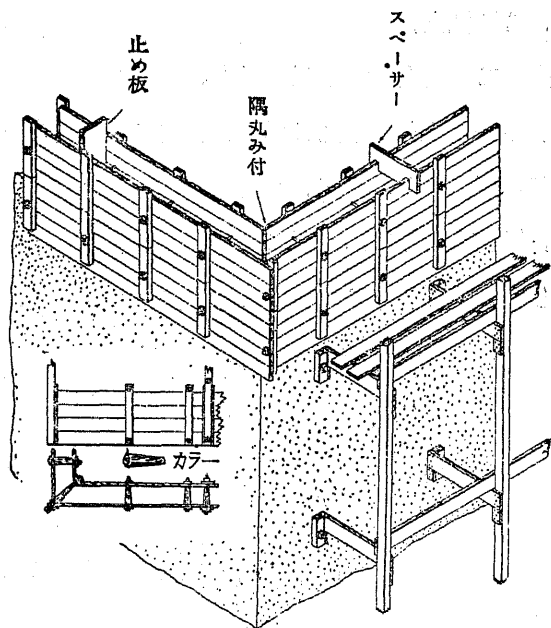


天に施行したならば温暖の日に至るまで型を存置すること必要で有る。次ぎに順次建造物の各部に就き型工に關する概要を述べよう。

(其一) 壁型工 (Forms for Wall). 第百四十八圖に示したるは厚き混凝土壁に對する型工で有る、堅木を約一尺五六寸の間隔に建て控木を施し、板は八分徑から

一寸位迄の厚さにて充分である。又一般建築の鐵筋混凝土壁に對しては第百四十九圖に示したるが如く、板と堅木とより成る型枠を作り、持運びに便なる様幅三四尺長さ六尺乃至九尺位とし製作し、圖の如く互にボルトにて締め合せスペーサー(Spacer)にて適

第百四十九圖



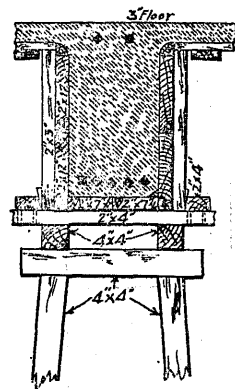
當の間隔を保たしむるに在る。ボルトは混凝土に粘着するが故に竹或は薄葉鐵を以てカラー(Collar)を作り締め後日ボルトを抜くに便ならしむると共に施工中はスペーサーの用を成さしむることも出

来る、只茲に注意すべきことは型の下縁より水が漏れて其の部分の混凝土を多孔質ならしむることが中々多いから此の部分に對しては充分の注意を拂ひボルトを締め付くる必要が有る。

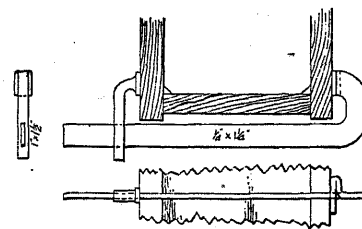
(其二) 桁型工 (Forms for Beams). 第百五十圖に示したるは桁型工の一例で有る、底板下に在る敷木 2"×4" を間隔細かに使

用すれば底板の厚さは2吋位で充分で有るが、若し之れを遠くす

第百五十圖



第百五十一圖

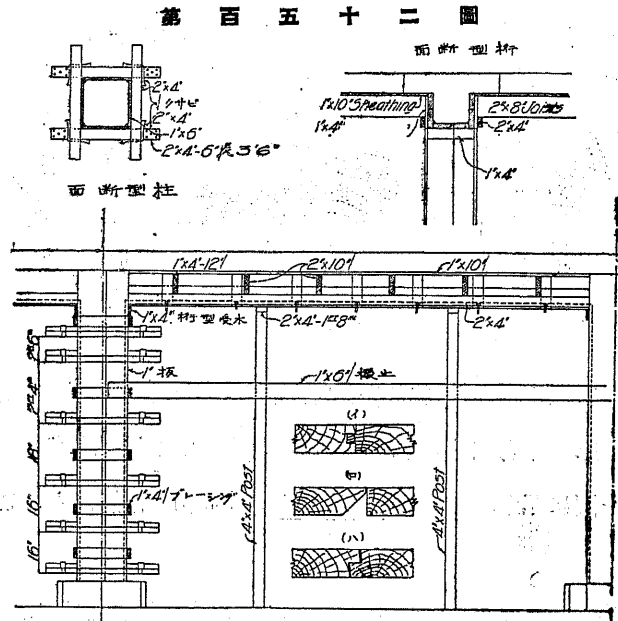


るときは底板も從て厚くする必要が有る、一般に側板は比較的薄く底板は厚き方可なり、桁型より水の漏るゝことを防ぐ爲めに第百五十一圖に示したる如きクランプ (Clamp) を使用することも有る。

(其三) 柱型工 (Forms for Columns). 第百五十二圖に示したるは柱型工及び床型工の例で有る、一般に柱型は三方だけ板を取付け一方を通し開きとし二尺乃至三尺混凝土を填充しては其の上部に側板を施し、次第に上方に進むべし、又特に仕上の必要ない柱では鐵板にて型を作り、混凝土を施せば外面平滑に出來上り外觀も良好で有る、鐵型なれば支柱のキャピタル等は任意の裝飾を施すことが出来る。

(其四) 床及びスラフ型工 (Forms for floors and slabs). 床重量の餘り重くない場合には第百五十二圖の如く木桁を一尺五寸間

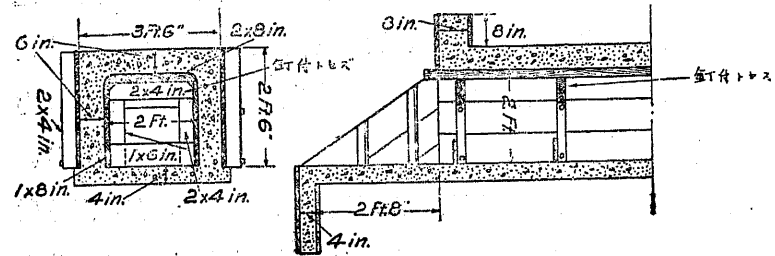
位に架設し八分板を張り詰むれば宜しい、板は接合部を水漏れの無き様完全にする必要が有る、即ち第百五十二圖(1)(ロ)(ハ)



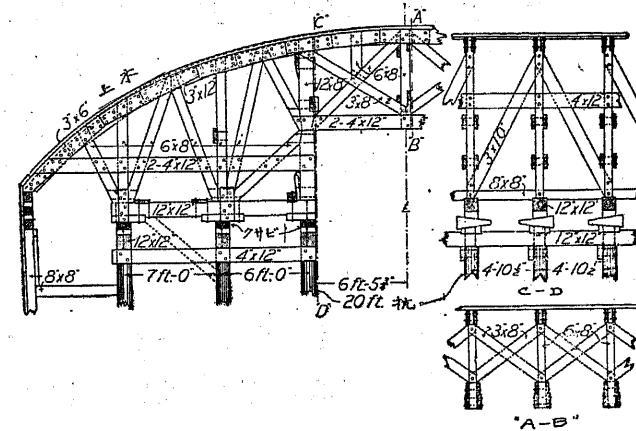
等に示したる如く接合すべし、板は別段桁に一々釘付けする必要は無い、板を桁上に並べて混凝土施工前水を撒き潤せば木が膨脹して接合部は密接する様になる、諸外國でも此方法で施工しつづ有る。

(其五) 暗渠型工 (Forms for Culverts). 第百五十三圖に示したるは其の一例で有る、型板は上部スラブ下を二吋厚位とし其他は八分乃至一寸板にて充分である、暗渠の如きは割合に型工に費用を要す。

第百五十三圖

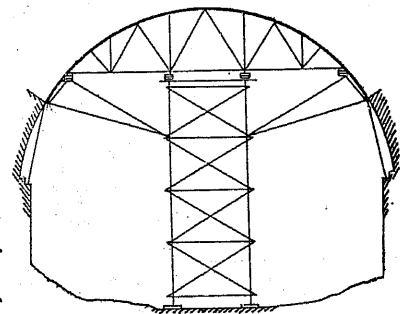


第百五十四圖

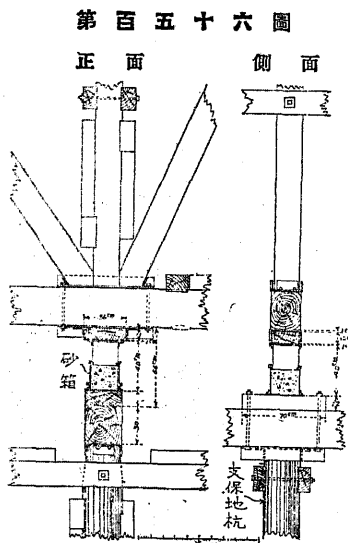


第百五十五圖

(其六) 拱架工 (Arch Centers) 拱支保工の施工には充分の注意を拂はなければならぬ、支保工に僅少の下同沈下が有つても直に拱に龜裂を生じ易いが爲めである。拱架は普通木材作りボルト締めとして有るから



ら施工の際に混凝土自身の重量に依り支保工が各部引締まり、之が爲め多少沈下するもので有る、故に支保工が馴染んで後丁度望む處の形になる様に製作するを理想とする。尙此の他撓み及應力から來る支保材の縮少等をも見込みて拱架の形を作るのである、又支保工の沈下を防ぐ爲め柱の下に杭打ちを施すこと有るが地質の悪い處では夫れでも尙沈下を免れない、第百五十四圖に示せる拱架は米國ニュー・ジャージー州なるジャクソン拱橋に用ひたものである、又第百五十五圖に示せるものは徑間百呎拱橋に用ひし拱架骨格圖である。數個の徑間を連續施工する場合には鐵製トラスの拱架を使用した例が少なくない、木製拱架では前述の通り撓度多きに過ぎ拱輪自身に悪影響を及ぼすこと有るから鐵製の拱架



は成績が良好である。混凝土を施し一定の日數を經過したる後拱架を取り除くには又少なからざる注意を要す、多くの場合には楔を徐々にゆるめて取り除くので有るが最初の一撃により拱架が急に下がるが故に、拱に無理な場合が出來思はぬ龜裂を生ぜしむることが有る、割合に安全なる方法は砂箱を用ふる事有る、第百五十六圖は獨國グリュンワルド

に近きイザール (Isar) 拱橋の拱架に使用せし砂箱の例有る、同橋は徑間約二百三十七呎を有する鐵筋混凝土拱橋で拱架支柱下には此の砂箱を使用し拱架取除きに際しては砂箱の小栓孔より砂を徐々に出し、拱架を一様に下降せしめ良好の結果を得たと云ふ。

第九十二節 混凝土用器具

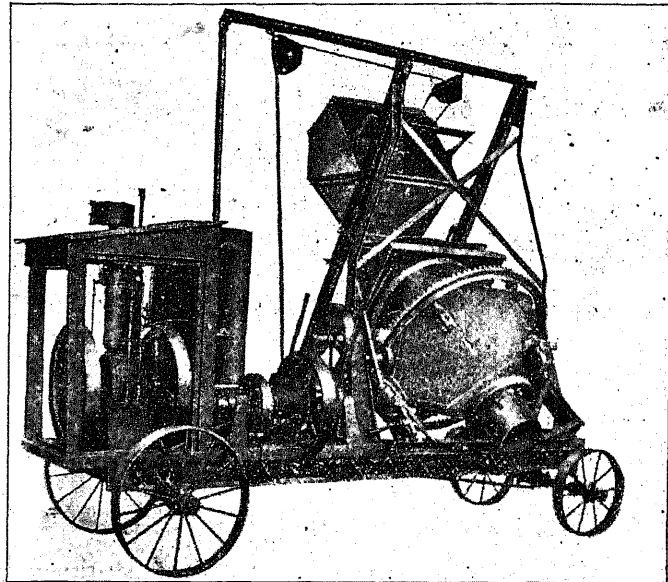
(其一) 混凝土混製機 (Concrete Mixer), 我國では從來手練のみ多かつたが良質混凝土を得んとせば混製機を使用すること必要有る、混製機にも其の種類が頗る多いが類別して次の三種とすることが出来る。

1. 廻轉式 (Rotating Mixers).
2. 混捏式 (Puddle Mixers).
3. 重力式 (Gravity Mixers).

廻轉式混製機はセメント、砂、砂利及び水を一定の容器に入れ電氣又は蒸汽力で其の容器を廻轉せしめ混凝土を製出するものである、其の容器に圓形なるあり立方形なるあり、ランソム、ドラム、ミクサー (Ransome drum Mixer), とか、スミス、コーンミクサー (Smith Cone Mixer), キューブ、ミクサー (Cube Mixer) の如き皆此の種類に屬する、工事に用せらるるものは多くは此の種類である、著者の使用せる經驗ではキューブ、ミクサーが尤も成績が良い、第百五十七圖は廻轉式キューブ、ミクサーを示せるものである。

混捏式混製機は一定の容器内に攪拌機が有つて、容器内に入れた材料を其の攪拌機にて混捏し混凝土を製するもので有る、故に

第百五十七圖



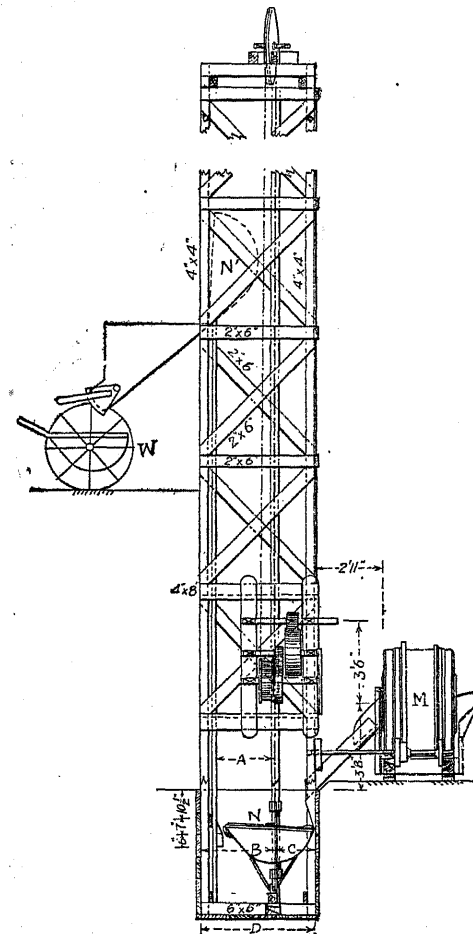
容器自身は静置の儘である。

重力式混製機は何等動力を要せざるを特徴とす、即ち管の高さ四尺乃至十尺位までの間に途中で障害物を配置し、セメント、砂及び砂利が上部より落下するとき此等の障害物に當りて下底に達する迄は充分混和せらるるものである。

(其二) 混凝土の運搬及び運搬器。混凝土を一定の場所にて練り立て之を工事施工箇所まで運搬するに尤も注意を要することは、砂利がモルタルより離別せぬ様取扱ふことである、歐米に於

て鐵筋混凝土の大なる建築に際しては大抵混凝土分配塔を適當の箇所に設置し、以て混凝土手運搬の費用を節約して居る。第百五十八圖は其の概略を示したもので有る、圖中 M は混凝土混製機で

第百五十八圖



N, N' はバケツ、W は混凝土運搬車で有る、即ち M にて製したる混凝土を N に移し N より N' に揚げ、更に W に移し所定の箇所に混凝土を配布するので有る、混凝土の分配塔は其の場合に應じ A, B, 及び C を適當に設計せねばならぬ。

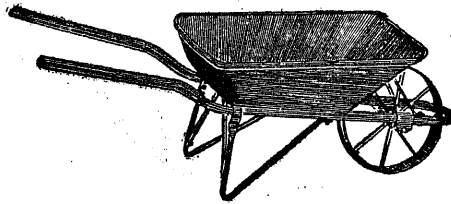
工事區域の廣き場合には塔を百尺位の高さに作り、其の下部にミクサーを設置し、出來上つた混凝土を塔上に運び之を更に桶にて型枠に流し込むのである。此の方法は勞働賃金の高き處に用ふる

ので日本の様な處では比較研究して見なければならぬ。

混凝土を運ぶ車に數種あるが主なるものは次の如し。

1. ホイール、バーロー (Wheel barrow) 第百五十九圖、(イ)
2. コンクリート、カート (Concrete cart) 第百五十九圖、(ロ)

第百五十九圖 (イ)



ホイール、バーローは一輪車で、コンクリート、カートは二輪車で有る、ランソム會社で作るカートは百尺の距離を運んで

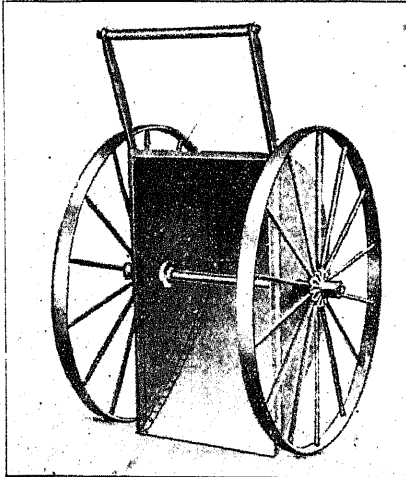
歸るに一立坪に付き約二十錢を要すと云ふ。

(其三) 撞堅め其他用具、

第百五十九圖 (ロ)

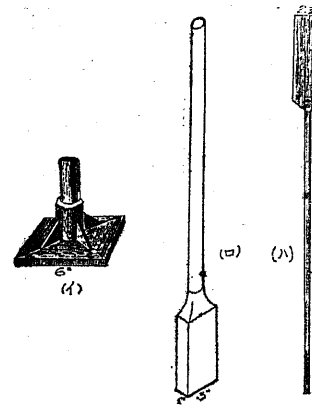
第百六十圖に示したるは混凝土撞堅め用ランマー (Rammer)である、ランマーは歐洲

に多く用ひらるるが、米國では軟らかい混凝土を用ふるから従つて餘り使用しない。第百六十圖 (ロ) は木製で壁等の薄く深い型枠内に用ふ、第百六十圖 (イ) は鐵製ランマー



で、床スラブ、桁等を搗き固め、混凝土を鐵筋の廻りに充分附着せしめ且つ固く強い混凝土を作る爲めに用ひて居る、柄の長さは概ね四尺位である。第百六十圖 (ハ) は平鐵板に柄を付けたもので、

第百六十圖



重に薄き壁又は桁等の型の内面と鐵筋との間に挿入して混凝土を充分型面に廻らしむる用を爲すもので有る。其他三分乃至四分の鐵棒等も長さ三尺位に切り木柄を付して使用せられて居る。此等皆鐵筋と鐵筋との間や鐵筋と型枠との間に混凝土を充分廻らしむる用に供するもので有る、其他種々の器具が使用せられて居るが要するに以上の變

形に過ぎない。

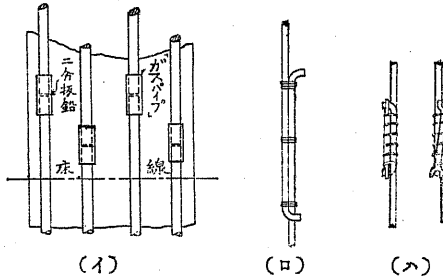
第九十三節 鐵筋の配置と接ぎ方

一方向以上の鐵筋を有する床其他に於ては最大彎曲を起す方向の鐵筋を表面に近からしむ可きこと勿論で有る、又鐵筋と鐵筋との最小水平間隔(心々)は實用上其の直徑の二倍半以下とせぬが良、又最小垂直間隔は如何なる場合を問はず少くとも鐵筋直徑丈けを存する必要が有る、連續桁又はスラブに於て負彎曲率に對する鐵筋は徑間長の五分の一^{*}點まで延長することが必要で有る、スラブに於ける鐵筋の間隔はスラブの有効厚よりも大とすべからず、換言すれば薄き床等に在りては成る可く細き鐵筋を使用する方可なり、主筋 (Main reinforcing bars) 及び肋筋 (Web reinforcement) 等の終端は弧形又は鉤形に曲げ詰め込むは有效なる方法で

有る。

支柱に於ける軸鐵筋 (Axial reinforcement) の基礎に埋め込む可き端は、六吋以上の半徑にて四分の一圓弧丈けに曲げ混凝土内に埋め込むべし、然らざれば徒らに鐵筋端の支壓力 (Bearing stress) を大ならしむる危險が有る、壓力のみを受くる支柱の軸筋を接ぐには第百六十一圖 (イ) の如く互に突き合せ其の直徑に相當する太さの瓦斯管(長五寸以上)を嵌むることが有る、然し此は必ずしも最良法ではない、殊に彎曲應力の起る部分には使用することが出来ぬ、第百六十一圖 (ロ) は普通の接ぎ合せ方で鐵筋を重ね合せ細き針金にて

第百六十一圖



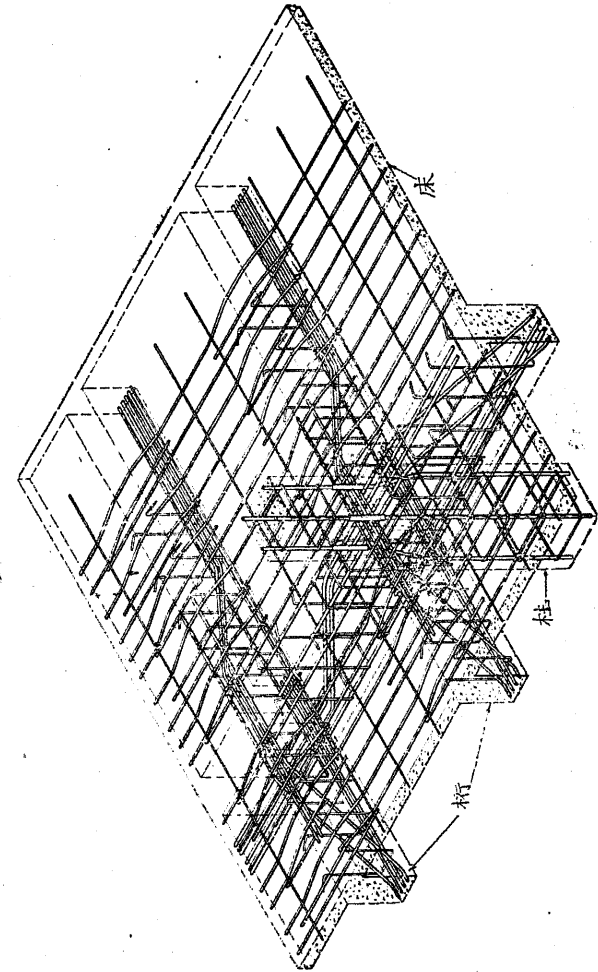
しも最良法ではない、殊に彎曲應力の起る部分には使用することが出来ぬ、第百六十一圖 (ロ) は普通の接ぎ合せ方で鐵筋を重ね合せ細き針金にて

二ヶ所又は三ヶ所留むれば充分である、此の際針金を接合部の全部に亘り巻き詰むることは鐵筋と混凝土との粘着面積を減少するから反て有害無益である、又重ね合せの長さは鐵筋直徑の二十五倍乃至四十倍を適當とす。

鐵筋が七八分以上の直徑となるときは其の重ね合せの長さは直徑の三十倍と見て二尺餘となり不經濟なるを免かれない、故に支柱で有れば應張力を生ぜざる場合には (イ) の方法を用ひ桁の如き場合には (ハ) の方法を用ふることも有る、然し (ハ) の場合に於ては鐵筋の鉤端と添鐵の矢筈とは絶対に密接して居なければ

鐵筋が應張力を取る場合に滑脱を免れない、而して此の如き接ぎ目は連續桁なれば彎曲應力の少なき反曲點 (Inflection point) 附近に置くこと肝要である。

圖 114



温度の變化により生ずる應力に對し配置すべき抗温筋 (Temperature bars) の斷面積は混凝土斷面積の千分の二以上とし可成細き鐵筋(直徑二分五厘乃至三分五厘)を一尺間以内の間隔に配置するを可とす、又主筋の配置を容易ならしむる爲めに使用する横鐵筋 (Distribution bars) は直徑二分五厘以上のものを二尺以下の距離に配置し其の斷面積は混凝土斷面積の一萬分の十五以上とすること必要で有る。

支柱に於ける軸鐵筋量は混凝土斷面積の千分の七を最少限とし繫節筋 (Tie links) は軸筋直徑の十五倍以内の距離に使用すべく、螺狀筋間隔は其の心材 (Core) 直徑の四分の一を最長距離とすべし、第百六十二圖はビーム、ガーダー式鐵筋混凝土建築配筋の一例を示せるもので有る。

第九十四節 混凝土施工法

鐵筋混凝土建造物は施工法の良否により約五割の影響を受くると云ふことが出来る、設計が如何に完全でも施工法が其の宜しきを得なければ、鐵筋混凝土としての成績は拙劣なるを免れない、今茲に其の施工法の概要を述べよう。

(其一) 職工人夫の配布と管理 (Organization of Gang).

何事に依らず一定の段取を設け仕事を完全に又經濟的に成就せしむると云ふことが必要である混凝土工に在りては

(I) 混凝土練方

(II) 同 運搬方

(III) 同 打方

の三區分を明かにし其の人員を定め仕事の進行を謀ること必要で有る、練方の内にはセメントを運搬する者、之れを切斷開封する者、砂及び砂利運搬を爲す者、用水を秤量する者等各職工の部署を明かにし互に過不足なき様せねばならぬ、又運搬方に在りては往路と歸路とを一定し置き常に巡環して混凝土を現場に運び人夫を間斷なく順序よく働かすことが肝要である、混凝土打方に於ては型に入る者と搗固むる者とを置き互に調和を計り、工事全體の進捗を期せねばならぬ。

(其二) 混凝土打方 (Depositing Concrete).

先づ第一に型内の鉋屑、塵芥等の不淨物を除去し撒水を施して型を濡めし鐵筋位置及び接合等正確なりや否やを検し然る後混凝土打込みに着手しなければならぬ、而して混凝土は成る可く混製後直ちに使用し硬化を始むる前に其全量を使用し終るべく硬化初期を示したる混凝土は絶対に使用を避けねばならぬ、鐵筋混凝土工事に在りては四尺以上の高さより混凝土を投入してはならぬ。

打込みたる混凝土は相當に搗き固め空隙の残らぬ様にし、出來得る限り全工事を連續一日に施工し了るを良しとす、而して施工後は日光、風、雨、寒暑の害を被むらざる様相當の防備を施すこと必要で有る。

一日に混凝土を打終らざるときには桁又はスラブ徑間の中心線

にて工事を中止すべし、人によりては径間の中央でなく端にて混凝土を中止すること有るが此は宜しくない、剪力の最も少なき部分即ち径間の中心に於て接合するを可とす、舊き混凝土に接續して施工せんとする場合には舊混凝土面は充分に掻き荒し掃除の上、水にて潤しモルタルを塗布したる後次ぎの混凝土工を施すべし、此の如き接合面は荷重により切斷され易いから鐵筋の棒切れ(長一尺位)を前日施工の終端に挿入し置き新舊混凝土の繋ぎと爲すを可とす。

第九十五節 混凝土表面の仕上げ法

(Surface Finish).

一般に灰色の混凝土を好まないで表面は概ね石張りとか、化粧煉瓦を張るとか、モルタルで仕上げを爲す事が多い。張煉瓦でも平坪一坪の材料費九圓、張手間二圓とせば坪十一圓を餘分に要する譯であるから不經濟なるを免れない。

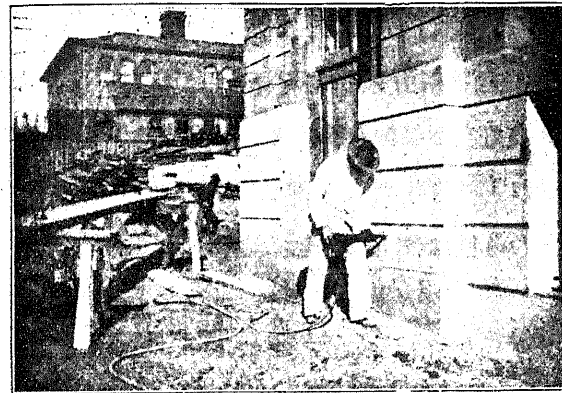
諸外國にては之が爲め混凝土自身を裝飾する事が多い即ちモルタルを塗るとか、石を洗ひ出すとか、又は叩き仕上げを施すので有る。

(a) モルタル塗仕上げを爲すには型を取外したる後直ちに施さないと後で剥れる恐れがある。尙安全にするには混凝土を型枠内に入る時、仕上げモルタルも同時に表面の方に入れて同時に硬化せしむる事で有る。

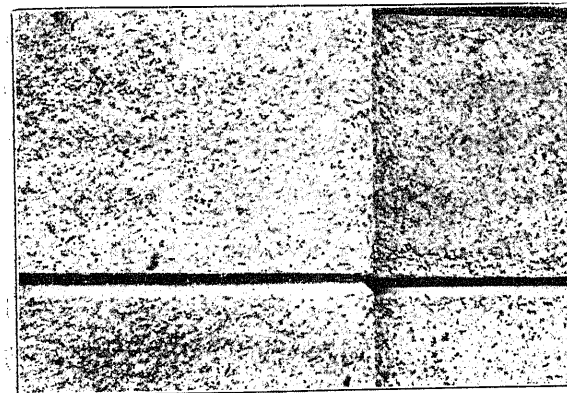
モルタルの調合は1:1では内部の混凝土と伸縮を共にしないから1:2調合のモルタルで充分である。而して同日に施工せなかつた部分は色が異なるから豫め筋目を入れ置く方が結果良好で有る。

(b) 混凝土に使用の砂利を洗ひ出すはよい方法である、之は混凝土が充分固まらぬ内即ち施工後二十四時間内に型板を外

第六十三圖(イ)




第六十三圖(ロ)



し、其の表面の生な内に針金製ブラシュにてセメントを洗ひ落とし石を浮出さするのである。砂利は大小餘り混らぬ方が外觀優れて居る、どちらかと云へば小粒の方が美しい。此の方法によれば一人一日百平方尺位は仕上げが出来る。

(c) 表面叩き仕上げは近頃獨

逸て行はれて居る、此の仕上げを施すには小叩き用玄翁の如く輻二寸位の片刃の玄翁にて  状の山を混凝土面に切り出すので有る、山の間隔は四分乃至六分位で斜めとか縦とか横とかに縞を作るもので有る、此の方法を施すには洗出法と異なり混凝土が相當に硬化したる後にせねばならぬ、概ね三週間位経過したる後に施工し一日一人の職工にて五十平方呎位仕上ることが出来る、獨逸國 ミュンヘン 市圖書館は此の仕上げで有る。

(d) 又他の仕上げ法は電氣力を用ひ尖頭 グラインダー (Pointed grinder) に依り頗る良好なる外觀を得ることが出来る、此の方法は多少高價につくけれども良好である、第百六十三圖(イ)は仕上げ中の有様を示し同(ロ)圖は仕上表面を示せるもので有る。

第九十六節 混凝土の收縮と伸縮接合

(Contraction of Concrete and Expansion Joint)

空氣中に於ける温度の變化は混凝土を收縮せしむるに充分で有る、多くの混凝土工事は冬期を避け温暖なる時期に施工せらるるのも其の一つの原因で有る、又混凝土收縮の原因は少くとも其の一部としては セメント の冷却に基くもので有る、何となれば セメント は硬化の際一時可なり的高温を要することは實驗の示す處で、硬化の進行と共に熱を放散し收縮するのは自然の理で有る。

此の如く混凝土は收縮を免れないもので有るから、従て收縮自在ならざる建造物にては收縮龜裂を生ずる事を當然豫期し之を防

止する相當の配筋を施すか或は伸縮接合 (Expansion Joint) を設けねばならぬ、四吋乃至六吋位の薄き壁にては施工後數週間内に此の收縮性龜裂を見るに至るが質量の大なる厚き壁では數ヶ月間龜裂を生ぜざることが有る、大なる堰堤の如き断面の内部に於ける混凝土は其の收縮至つて緩で有る、米國 ニュージャーシー州ブーントン (Boonton) 堰堤の記録によれば收縮性龜裂の幅員は數年間繼續増加したりと云ふによりて明瞭で有る、ブーントン 堰堤に於て第一回の冬には龜裂を見ず第二回第三回の冬に於て無數の小なる縦龜裂を生じ第四、第五回目の冬に於ては此等の龜裂は其の大きさを増加せりと云ふ、其の程度は大なるもの七ヶ所にして合計幅二吋半、小なるもの十六ヶ所にして合計幅半吋、半龜裂は平均 $\frac{1}{8}$ 吋にして合計半吋、此等龜裂幅の累計は總延長二千五百五十呎に對し三吋半に及び $\frac{7}{8}$ 吋に達して居る、此の内大なる龜裂は兩端部を餘き長さ約百呎の間隔に生じ且つ盛夏期に施工したる部分には概して多くの龜裂を見たりと云ふ。

又 ボストン 及 アルバーニ 鐵道沿線なる擁壁に就き其の延長の變化を檢測せしに全長六百七十三呎に對し收縮せる長さ $1\frac{1}{8}$ 吋で、此の測定期間に於ける空氣中温度の差は華氏三十度で有つたと云ふ、此の場合の收縮率は每一度に就き約 0.0000055 に相當して居る。

ウヰリアム、ペンス 教授 (William Pence) は千八百九十九年より千九百一年に亘る實驗により、空氣中に於ける混凝土は 1:2:4

調査にて華氏每一度に就き其の膨脹及收縮係數 0.0000055 なることを測定した。

以上述べたる處並に多くの實驗から混凝土の收縮は免れざる處て有る、故に此の收縮龜裂を避くるには一定の間隔毎に伸縮接合線を設けて龜裂の發生を制限するか或は收縮に抵抗し得る丈の鐵筋を入れて龜裂の發生を防止せねばならぬ。

經驗の示す處によれば厚き壁に於ては薄き壁の場合に比し接合線數を減じてよい、米國シカゴに於ける混凝土擁壁にて每五十呎乃至六十呎の間隔に伸縮接合線を設けたが、比較的薄き壁の區間に於て接合線と接合線との中間に微細なる縦龜裂を生じたる結果より見れば此の如き壁では約三十呎毎に伸縮接合線を設くる必要が有る。

以上は鐵筋を配置せざる場合で有るが、今断面中に鐵筋を適當に配置すれば龜裂の發生を防止することが出来る、此は多くの實驗により立證された事實で有る、龜裂を防止するに要する鐵筋量を定むるには次式に依る。

$$p = \frac{f_t}{f_c - c \phi E}$$

茲に p = 所要鐵筋量、混凝土斷面積に對する鐵筋斷面積の比

E = 鋼鐵の彈率

f_t = 混凝土の抗張強

f_c = 鐵筋の抗張強(但し彈性限界にて)

c = 鋼鐵の膨脹係數

ϕ = 温度の變化

今 $E=30,000,000 \text{ #/sq. in.}$, $c=0.0000065$, $f_t=200 \text{ #/sq. in.}$ とし $f_c=50,000 \text{ #/sq. in.}$ 並に $f_c=60,000 \text{ #/sq. in.}$ の場合に付き六種の ϕ に對し p の値を計算せる結果は次表の如くである。

ϕ 華氏にて度	p (抗温鐵筋量比)	
	$f_c=50,000 \text{ #/sq. in.}$ のとき	$f_c=60,000 \text{ #/sq. in.}$ のとき
10	.00416	.00343
20	.00435	.00356
30	.00453	.00370
40	.00475	.00383
50	.00497	.00398
60	.00523	.00414

伸縮接合部 (Expansion Joint) の構造には、別に一定の方式と曰ふものはないが、現今諸外國で行ひつゝあるもの並に著者の實行して好果を収めた方法は概ね次の如き構造である。下圖中 (イ)(ロ) 及 (ハ) は米國ピッツバーグ市に建設せられたるラリマー拱橋の伸縮接合を示し、(ニ) 圖は同ロシントン州スポーケン市にある拱橋の伸縮接合構造なり。(サ) 圖は長き壁に使用せる構造の一例を示し、(ホ) 圖は著者が東京高架鐵道スラブ橋に實行せる伸縮接合を示せり。

第百六十三圖

