

論 說 報 告

土木學會誌 第十一卷第三號 大正十四年六月

米國鐵道に於ける Precast Slab の應用に就て

會員 工學士 中 山 忠 三 郎

内 容 梗 概

本文は Precast Slab の製作運搬架設等に亘り記述せるものである米國都市に於ける鐵道改良工事當局が之を採用して交通上業務上自他共に支障する事なく迅速に且精確にその工事を施行して居るのである

目 次

緒 論	2
一、架道橋及高架線としてのコンクリート橋	3
二、コンクリート橋の比較	5
三、迅速にして安全有利なる改良工事	7
四、Precast Slab の大さ及其重量	8
五、Precast Slab の設計	12
六、Precast Slab の製作	17
(一)コンクリート混合設備及クレーンの應用	17
(二)型板	20
(三)鐵筋の組立て	21
(四)コンクリート打ち	22
(五)型板の撤去	23
七、Precast Slab の硬化及貨車積込	26
八、橋臺及橋脚コンクリート工	27
(一)基礎杭打ち	27
(二)橋臺	30

(三)橋脚	34
(四)特別橋臺	34
九, Precast Slab の架設	35
(一)一般線路扛上改良工事の場合	35
(二)高架線新線延長工事の場合	38
十, 伸縮接合	41
(一)スラップと橋脚との取付け面	41
(二)スラップと橋臺床石面との取付け	43
(三)スラップ 相互間	44
(四)橋臺の伸縮接合	45
(五)橋脚の伸縮接合	45
十一, 防水工事	46
(一)一般 Precast Slab 上	46
(二)スラップの頂上	52
(三)高架線スラップの伸縮接合の處	52
(四)パラ ペット	53
(五)橋臺裏	54
(六)防水工施工上の注意	55

緒 論

踏切道改築に就て如何にこの Precast Slab が米國の各鐵道に於て利用せられ迅速に其工を進めて居るか其詳細を説明し、併せて迅速なるコンクリート工を説明し更に進んで橋臺、橋脚並に之等の防水工に就て述べる事としやう。

思ふに我國の都市は東京を始めとして各都市とも其急速なる發達に其交通は之に伴はず今や全く行きつまりたる状態にある事は誰しも認むる處である、即ち之が改良工事は一日も待つ能はざる状態にせまつて居る、東京に於て然り其他大阪、名古屋、殊に神戸市に至りては市内の路面と平面交叉して我國有鐵道の幹線が走つて居る事などは一日も速かに之を改良しなければなるまい、されば之が施工に當たりては我々は迅速に其工を進め工事中の混雜即ち内には旅客、外には市内の交通に迷惑をかける期間は出來得るだけ之を少くし、よくこの一般公衆の利を考

え完全なる都市の發達に努力することが目下の急務ではなからうか。一例を東京市の道路にとればいつも工事中と云て其路面の掘り返しの絶えた事はない、この有様では社會が許さない、更に鐵道に於ても亦然り、コンクリート基礎を打ち橋臺を終り更に其上にスラップを打ち之が使用に堪へるまで徒らに多くの時日を待ち初めて改良した線路に切換へて行く如き手ぬるい事は餘り感心した事ではあるまい。私が之から説明しやうと云ふのはこの點である即ちこの Precast Slab の利用によりて如何に迅速に其工事の進捗を計り得るかを説明したいと思ふのである、本件に關しては數年前鐵道省東京第一改良事務所長大河戸宗治氏が神田上野間の高架線に之を利用せむと計畫された事を覺えて居る。何かの都合で中止せられた事と思ふが斯くの如くこの Precast Slab が如何に迅速を要する都市の鐵道改良工事に有利であるかは已に先輩諸賢の御了知の事と思ふから専ら其工事の實際を自ら研究した事によりて説明したいと思ふ。

一 架道橋及高架線としてのコンクリート橋

鐵道橋に於て其 1 徑間の長さ 25 呎以上のものに有りては鐵橋を用ゐる事が有利である事は一般已知の事であるが夫れ以下の徑間のものに有りてはコンクリートと鐵とがいづれが有利であるかは種々の議論もあらうけれど大體米國に於て今日では鐵材の豊富なる國で有り乍ら斯かる場合即ち其 1 徑間が 25 呎以下に制限し得られる場合にはコンクリートの方が有利である事を認められて來た、今之を説明しやう。

コンクリート橋の利益

1. 第一其建設費が鐵より安い
2. 強堅で振動がない
3. 列車の通過に際して燥音が無い
4. 耐久性に富み永久的と云てもよい
5. 市内を走る線路に用ゐて美觀を添へる
6. 殆ど其維持費を要しない
7. 橋臺、橋脚、床等全く同じ材料で作る事が出来るから其設備も簡單である

鐵橋の利益

1. 各鐵材の強力を試験によりて精確に知る事が出来るから之が設計に際し

安全率の決定には迷はずともすみ理論上、經濟的の斷面を計算から出す事が出来る

2. 不用となつた場合之を他へ再用してもよい亦相當値段で之を賣る事が出来る(然しコンクリート橋に Precast Slab を採用すれば之は再用が出来る)
3. 如何なる徑間でも一跨ぎに架け渡す事が出来る

之等を綜合すればコンクリートの方が如何に有利であるかが知れるであらう、斯かる理由から道路上を利用して鐵材で作上げた米國の高架鐵道は決して感心したものでない、先年神田上野間高架線の計畫に際し神田區の有志が後藤鐵道省工務局長に外國にその例を見る様に道路上を利用する事とし萬世橋上野間は御成街道の道路上を此式に依る事を提議したと記憶して居る、それは外國に於ける此種鐵道の皮相の視察から生れたる言葉ではないかと思はれる、何故なれば之は現在の日本の如く鐵材の高價なる國では非常に困難する問題だが、若し之が假りに出来たとしても次の大なる缺點のある事を忘れてはならぬ、即ち寫真第一及第二はいづれもニューヨーク市の高架鐵道の一例であるが一見道路上を使用した處は如何にもよく見えるかも知れぬが、之は寫真だけの話して實際に當つて之を見ればその列車通過に際して八釜しい事は到底御話にはならぬ、そのみならず日光の直射を遮ざるから路面の清潔は保ち難い、殊に日本の如く雨の多い國に於ては其困難は一層であると思ふ、寫真第三はシカゴ市の高架鐵道の一例であるが如何に路面が汚いかがよく知れるであらう、この意味から各都市とも其町の一流の通りは其高架線に添ふた處から逃れて行きそこが自然と二流三流と漸次寂びれて行く、それでシカゴではその後へ占用敷地へ架設した高架線が多い。

この燥音をさけむが爲めヒラデルヒマア市では一般に砂利撒布式床を用ひ停車場構内にはコンクリート床を採用して居る、之は其燥音を幾分少くする事が出来るが其下の通りは全然日光がさゝないから不衛生はさけ難い、殊に同市の或る通りを利用してこの方法で作上げたリーディング鐵道(Philadelphia & Reading Railway) の高架線の下などは全く眞暗で自動車以外に通るものは無い、ホールドアップの出さうな随分氣味が悪い所である、二三時間其下で工事報告と其實際とを比較しながら見學したが歩いて居たのは私一人であつた、寫真第四はコンクリート床を採用した停車場構内である構内の清潔を保つ掃除に便なる爲めに用ひて居る、斯くの如く砂利床にしてもコンクリート床にしても之によつて自重が大きく

なるから其下を支へる鐵材の費用も亦大きくなる。

以上の意味から今日のニュー・ヨーク市に於ては會社も市民も共にこの高架線には少しもて餘し氣味で居る、即ちこの沿線の市民は費用を出してもよいからこの不快なる高架線は一日も早く撤去してもらいたいと請願して居る、亦會社自身にしても鐵材の維持費に困つて私共の眼から見ればペンキの塗るかへもせず或はくさり放題に捨てゝおくのでは無いかと思はれた位である、當局者の話をきくと5仙の賃金ではそんな維持費は出ないと云つて居る。

今日ニュー・ヨーク市で造る高速度鐵道は最初市に於て之を建設しその營業を會社に貸してやらして居るのであるが、成る可く地下鐵道を作る方針を採つて居る、尤も其建設費の安いと云ふ關係から混雜する下町をはなれた處には高架線を作る事もあるがそれにしても燥音をさげんと一つは町の美觀と云ふ事を考へてコンクリートを用ゐて居る、寫眞第五は同市クキーンズ・ブルバード (Queens Boulevard) に於けるコンクリート・アーチを採用した高架線の一例である。

思ふてこゝに至れば我が先輩が之を夙に認めて今日の東京に於ける鐵道省の高架線を初めからあの方法で建設した事には誠に感謝に堪へぬ次第である。

ニ コンクリート橋の比較

以上の理由からコンクリートを採用する事の有利である事は大方御了解の事と思ふが私はこゝに更に進んでコンクリートを利用した各種の高架線並に架道橋に就て其建設費の比較をシカゴ・ミルウォーキー鐵道 (Chicago Milwaukee & St. Paul Railroad Company) の例に就て述べ様と思ふ、本社は御承知の如くロッキーマン脈横斷に際して700哩の電化工事を斷行した、之はシヤトル、シカゴ間を連絡した他の鐵道線路と競争しては世界第一の電化線と云ふ名によつて御客を吸収せむとし、一は之と姉妹關係なる同地方工業會社と電力共有を計る爲めであつた、一方この姉妹會社に於ては相當の利益をあげて居ると云ふ話だが鐵道會社自身としてはその工事に莫大の費用を投じた關係から今日の財政は大分苦しい立場にある、それで總ての工事に對して他の鐵道會社に比して一層各種の構造に就て經濟的立場から比較研究して居るこの點は大いに私共の學ぶ可き點であると思ふ。

以下最近同會社の發表したるものを述べる事としよう、先づ高架線の施工に先だち其構造物の設計に就て

(一)線路昂上の高さをして少なからしめむが爲め出来るだけ床の厚さをうすくする事。

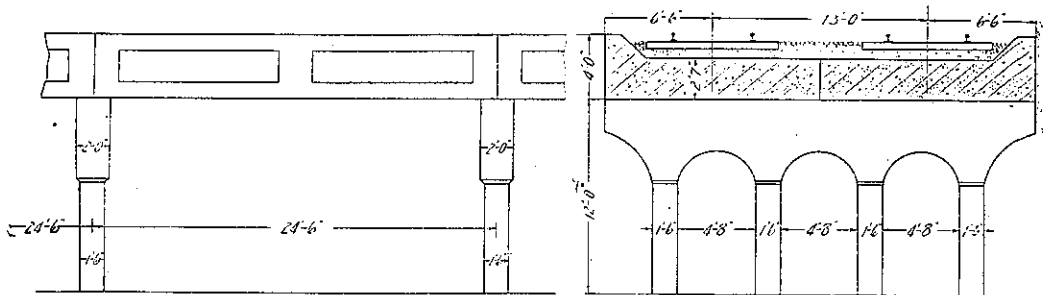
(二)建設費をして最少ならしむる事。

(三)列車通過に際し燥音なくして、而も絶對防水にして外觀の美なる事。

以上の三つを設計の基礎とし E50なる荷重の下に寫眞第六に示す如き徑間を24呎6吋として次の五種のコンクリート橋を比較して見た。

(一)鐵筋コンクリート・スラップを採用す、其橋脚は寫眞第六に示す如き4本の鐵筋コンクリートの柱より成る。

(二)1線に對して20吋の I-beam を8本使用したるコンクリート・スラップとし橋脚は鐵材の2本の柱とす。



第一圖

(三)重き鐵筋コンクリートの主桁 (main girder) を左右に用ひ其中間は一一般スラップとし橋脚は3本の鐵筋コンクリートの柱とす。

(四)下路鉄桁 (through plate girder) を採用し其間には12吋の I ビームを15吋中心間隔に並列して其間をコンクリートにて包む、橋脚は(三)に同じ。

(五)初めより1線に對して6本の26吋の I ビームを架け渡し其上に鐵筋コンクリートのスラップを張り橋脚は2本の鐵柱とす。

以上の五種類に就て床の厚さ、建設費を比較した結果は次の如きものである、但しこゝに床の厚さと云ふ事は桁下端より砂利撒布を採用した場合の軌條の底面迄を云ふのである。

	床の厚さ	建設費
(1)※	4'-0"	100
(2)	3'-8"	112
(3)	2'-10"	104

(4)	2'—10 $\frac{3}{4}$ "	150
(5)	4'—2"	134

之を見れば床の厚さは少しく大なれども 建設費に就ては鐵筋 コンクリート・スラップを採用する事が一番安く、而かも前述の如く總ての點に就て鐵材に比して有利であると認められ、尙 Precast Slab を利用する事が出来るからこの第一を採用した、之が寫眞第六及第一圖に示すものである。

三 迅速にして安全、有利なる改良工事

以上の理由から之等のスラップは建設費小にして而かも之に Precast Slab を採用すれば一方現場に於ては橋臺、橋脚コンクリート工を行ふと同時に他の一定の場所に於てスラップを製作し之を現場に持つて來るのであるから現在日本で採用して居る場所打ちスラップの如く其コンクリートを打つてから荷重に堪へる迄其硬化を待つ時日が全く節約せられ、即ち之だけ工事期間が短縮せられ工事が迅速となる譯である。

更に北海道の如き寒い地方では春より秋にかけて橋臺、橋脚並にこの Precast Slab を作つておけば架設は寒くても平氣に出來寒氣の爲めに工事を中止する必要は無いのである。斯くの如く出來上つたスラップを持つて來て架設するのであるから場所打ちスラップと違つてそのコンクリートの型板を支へる支柱を交通の邪魔をして立てる必要もないから一般公衆に對しても少しも迷惑をかけない、尤も橋臺、橋脚の基礎及其コンクリート工に際しては多少の邪魔にはなるが之等はスラップの硬化を待つ時日に比して遙かに短い、この意味からシカゴ・ノース・ウエスタン鐵道 (Chicago & North-western Railway) にては橋脚をもコンクリートにて Precast 型とし現場で場所打ちコンクリートは其基礎だけに止めむと目下計畫中で本年の夏には實施せらるゝ筈である。

更に進んでこのスラップを採用して其下の商店、倉庫としての利用の點から云へばアーチに比して遙かに有利で其利用容積の多い事は已に皆様の御承知の事である。

一方之なれば其下を市内の道路として利用してもよい、その上コンクリート工事であるから絶對防水で而も列車による噪音が無い、それのみならず外觀の美なる事鐵材の到底及ばざる事は既述の通りである。

以上の理由から市街線殊に近く起工せらるゝ兩國、萬世橋間、或は名古屋の高架線更に神戸の市街高架線の如き場合には此方法を採用し迅速に其工を進め工事中の一般公衆の迷惑をかける期間をして一日も少からしむる事に務めたいと思ふ。

四 Precast Slab の六さ及其重量

さてこのスラップの大きさ及其重量が幾何となるかといふ事は誰しもすぐ頭に浮んで來る問題である、之に就ては次の第一表にくはしく示してある如く架道橋の場合には歩道上の其徑間10呎内外の處では約10噸より12噸一般車道上の徑間22乃至23呎の處では30噸より40噸と云ふ處で特に例外としてはシカゴ・ミルウォーキーでは1線に一本のスラップを採用したので65噸と云ふものもあるが、之等は其取扱に困つて今日は各鐵道會社とも第一表に示してある如く1線に對して2本のスラップを採用し（線路中心間隔13呎なれば6呎6吋のスラップを2本）大抵前述の如く30噸より40噸位の間にあさめて居る、然し之は其荷重がE55乃至E60であるが日本の荷重では勿論之より軽くする事が出来る、市街の高架線の如きはいづれも其經濟的徑間が20呎位の處であるから日本の現在の荷重に對して設計すれば先づ30噸より35噸と云ふ處でよいだらう。

この重さを何とかして軽くして其取扱を容易ならしむる様に工夫して作り上げたのが第三圖に示す如きものでシカゴ・ノース・ウェスターン鐵道で採用して居る Precast Slab である。

第一表

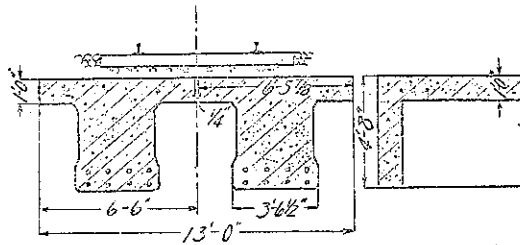
Dimensions of Precast Slabs & Capacity of Locomotive

Crane on setting Slabs.

Railroad Company.	Length.	Width.	Thickness.	Weight.	Capacity of Crane
Illinois Central Railroad (E55)					
Side Walk.	9.6'	6.2'	18"	8.5 tons	1-100 tons
Roadway.	25	6.2	44	33.0	
Illinois Central Railroad (E-60)					
Side Walk	16.8'	6.5'	30"	19.0 tons	1-150 tons
Roadway	24.5	6.5	33	34.5	"
Side Walk	11.5	6.0	26	12.5	"
Roadway	22.5	6.0	37	33.3	"
Parapet	22.5	6.0	37	33.0	"
Special part.	19.2	6.5	34	24.2	"
Chicago Milwaukee & St. Paul Railroad. (E-50)					
Side Walk.	9.0'	13.0'	19"	11.7 tons	Special Method

Roadway.	22.6	13	30	65.0 tons	Special method
"	20	11	36	41	"
"	27.5	6.5	58	100	"
Elevated Ry.	22.0	11	36	43	1-50 tons
Chicago Burlington & Quincy Railroad. (E-60)					
Side Walk	10.7'	6.0'	14.5''	5.5	1-100
Roadway	24.2	6	31	26.0	"
Chicago Rock Island & Pacific Railroad (E-55)					
Roadway.	25.0	6	44	46	1-75
Duluth Missabe & Northern Railway (E-55)					
Roadway.	22.0'	12.0'	39''	60 tons	1-75 tons
Canadian Pacific Railway. (E-50)					
Viaduct.	25.9'	6.5'	56''	55 tons	1-100

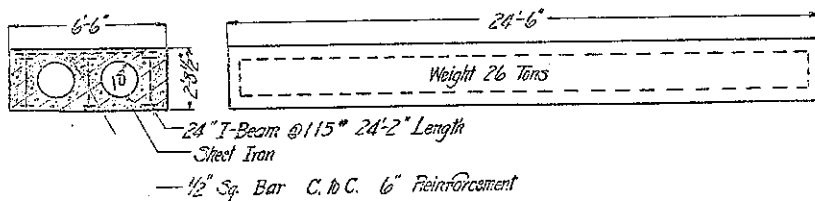
This precast slab is T-Section as shown below.



第 二 圖

Chicago & Northwestern Railroad.	Load (E55)				
Side Walk	14.5'	6.5'	29.5''	15.7 tons	1-100 tons
Roadway	24.5	6.5	32.5	26.0	"

This precast slab of roadway, is encased 24" I-beam 3 @ 115 lbs, 24' 2" length, as shown at Fig. 3,



第 三 圖

即ち第三圖は I ビームをコンクリートの中に埋め込みたる型式のもので荷重は全くこの 3 本の I ビームにて受けコンクリートはたゞソリッド・フロア (solid floor) の爲めに用ひたもので其中へ二つの 18 吋徑の空處を全長に亘つて作つたも

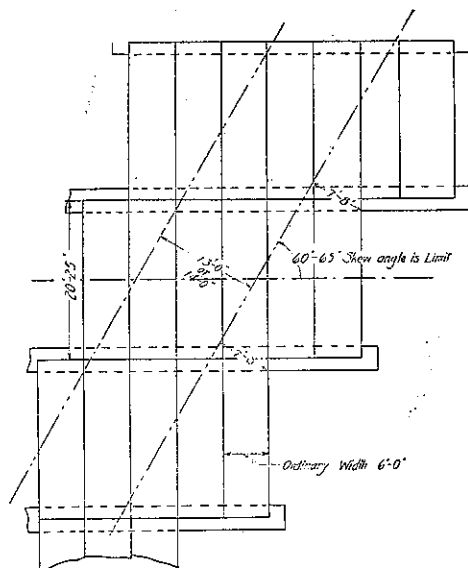
のである、斯くして其重量は26噸迄減少する事が出来た第一表に於て略ぼ同様の徑間に對してこのスラップのみが重量が少い事に氣がつく事であらう。同會社の當局者の意見を直接聞いて見たが從來用ゐたる鐵筋コンクリートのスラップに比して其厚さを非常に減ずる事が出来ると同時に其重量をして約25%減少せしめ従つて其取扱を便ならしめたといふ事である、但しIビームが高いから一般スラップに比して約5%だけ其費用が増加したと云つて居た。

然し之に就ては日本の如くIビームの大部を外國から輸入して居る今日ではこの方法を一般に採用する事は其價格の點で引き合はぬから道路との關係から特別の長い徑間のスラップを必要とした場合に限つて上の型式を採用し取扱を他の一般鐵筋コンクリート・スラップと同様ならしむる事にしたいと思ふ。

さて次は形狀であるが之は成る可く矩形を望むものである然し市内の鐵道では之で押し通す事は街路との關係からとても出来ない事で自然菱形のスラップを用ゐる事となる、餘り菱形の斜角が甚しくなると製作の困難と出来上つた其隅がかけ安いと云ふ缺點がある當地各鐵道のこのスラップを採用した當局者の意見を綜

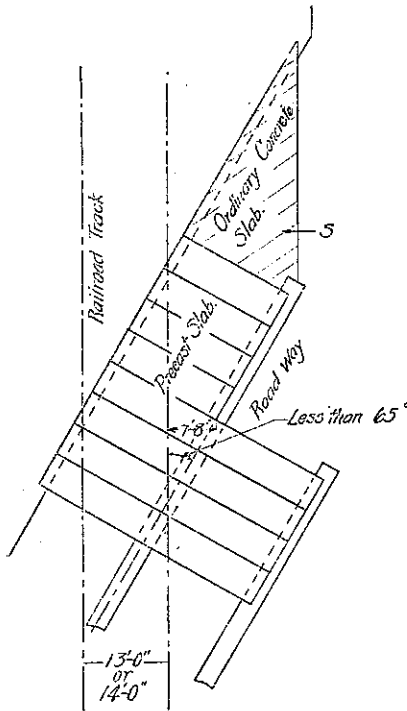
合して見ると大體其斜角は60度乃至65度位の處である、即ち菱形のスラップを用ゐ得る其斜角は之位な所を限度として居る、然らば更に一層甚しい斜角の場合にはどうするかといふとこの場合には第四圖に示す矩形のスラップを配列するのが一般の方法である、この場合には直角に曲るバラベットだけは後でとりつける事として居る處もある、寫眞第七、及第八にこれがよく表はれて居る、即之は未だとりつけずにその爲の鐵筋が首を出して居るのである。

更に其斜角が急なる場合には第五圖に示す如く其一部Sなる處は一般の場

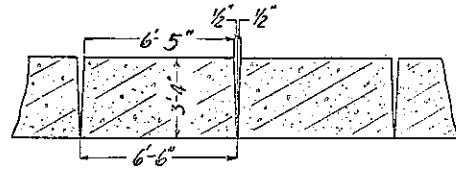


第 四 圖

所打ちコンクリート・スラップを用ゐる事とする、それで他の部分には矩形のPrecast Slabを配列する。



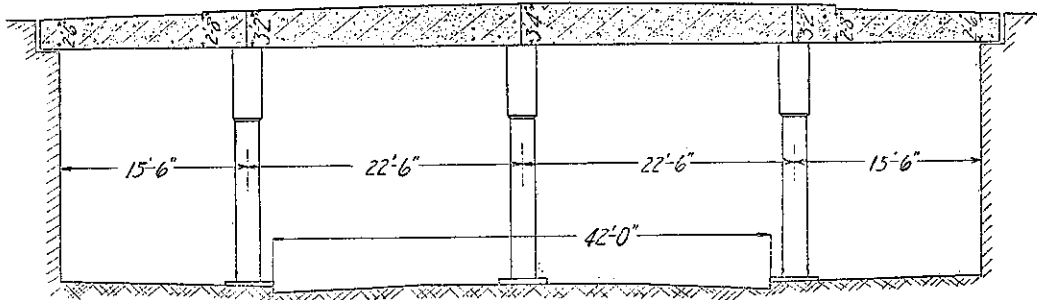
第五圖



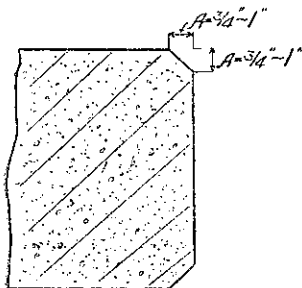
第六圖

平面上から論じた形は以上の通りであるが次にこの Precast Slab の線路に直角の断面を述べる事とする、之は大體に於て矩形であるが實際は其架設に際して橋脚上に設置の便なる故から多少楔形にして置く、今イリノイ・セントラル鐵道の例をとれば線路に直角の断面は第六圖の如くである。

即ち其厚さに對して 1/2 吋のテーバーをつけて居る、線路に並行する断面にはつけない、然しシカゴ・ロックアイランド鐵道では兩断面に對して 3/8 吋のテーバーをつけて居る。



第七圖



第八圖

次に線路の中心線に添よて架道橋全部を縦斷した形狀を示せば第七圖に示すが如く其上面は架設後の排水に便ならしむる可く中央より相當の勾配をつけて置く事をして居る。

又如何なるスラブにても其隅には相當の丸み

をつけてある第八圖に示した如く其寸法を A とすれば $3/4$ 吋より 1 吋位のところである。

五 Precast Slab の設計

架道橋の場合にはスラップの徑間は道路幅によりて決定せられるが高架線の如き場合は道路との交叉點を除いては其徑間は經濟的立場から之を研究して定める事が出来る、當地の一例としてシカゴ・ミルウォーキー鐵道の高架線工事に際し比較研究の上スラップの長さが 21 乃至 22 呎と云ふ處が最も經濟的であると決定せられて居る。

次に動荷重 (live load) はいづれも各鐵道會社標準のクーパー氏荷重 (Cooper's loading) を線路中心間隔に等しき幅に等布するものと見做し之に基き等當布荷重 (equivalent uniform load) を求め之を使用して居る事は日本の現在と同様である、然しスラップの厚さは架道橋の場合には第七圖に示す如く徑間によつて違つて居る、従つて其上に敷いた道床の厚さも 1 呎より 2 呎位までの差がある、之を同一にして一様に分布するとする事は少しく不穩當かも知れぬがインパクト (impact) をとつて計算してあるから相當の安全を計る事が出来る、次の第二表に當地各鐵道會社にて目下採用して居るスラップ計算の基礎である。

第二表

Data on Calculation of Precast Slabs of Several Railroads. (Concrete 1: 2: 4) $n=15$

R. R. Co.,	Steel.	Comp.	Shear.	Adhesion.	Load.	Impact.	C. to C. of T.
B. & O.	#/□" 18,000	#/□" 600	#/□" 60	#/□" 50	E-55	$\frac{1}{2}$ of L. L.	13'
C. B. & Q.	18,000	800	200	200	60	$\frac{1}{2}$ of L. L.	13'
C. M. & St. P.	16,000	700	90	100	60	$0.8 \frac{L^2}{L+D}$	13'
C. & N. W.	12,000	450	100	80	55	$\frac{L^2}{L+D}$	13'
L. Valley.	16,000	650	30	60*100	30	"	13'
Penn.	12,000	600	50	100	60, 65.	不定	13'
C. C. C. & St. L.	16,000	700	50	50*120	60	$\left[\frac{300}{L+300} \right]$	13'
C. G. W.	17,000	750	120	100*150	55	$\frac{1}{2}$ of L. L.	13'

NYNH & H.	14,000	650	40	80	1200	100 % L. L.	13'	
N. Plate	16,000	750	40	80	50	$\left[\frac{300}{L+300} \right]$	13'	
Southern	16,000	650	^x 40.	120.	80	55	$\frac{1}{2}$ of L. L.	13'

* shows adhesion of plain bars

x shows shear of plain concrete.

$$\frac{L^2}{L+D} \quad L: \text{Live Load. } D: \text{Dead Load.}$$

$$\frac{300}{L+300} \quad L: \text{Span Length.}$$

次に一例として當地イリノイ・セントラル鐵道に於けるスラブ設計の順序を詳説し合せて橋脚、橋臺の計算まで示さふと思ふ、尙いづれも其鐵筋は異形鐵筋 (deformed bars) (corrugated bars) を用ゐて居る。

Examples on Calculation of Precast Slab, Pier, and Abutment. (Illinois Central R. R. Co.)

Loads Cooper's E-60.

When slabs are not parallel to track, at first find out maximum moment (M), due to E-60 for span length (L), and then, considered spread over a width of 13'-0"

W ; Equivalent uniform load per sq. feet.

$$W = \frac{8 M}{13 L^2}$$

m ; Maximum moment carried by slab A,

$$m = \frac{W S^2 a}{8}$$

Max S ; Maximum shear carried by slab A,

$$\text{Max. } S = \frac{W S a}{2}$$

Impact. $\frac{1}{2} \frac{(\text{Live load})^2}{\text{Live load} + \text{Dead load}}$

Maximum allowable strength;

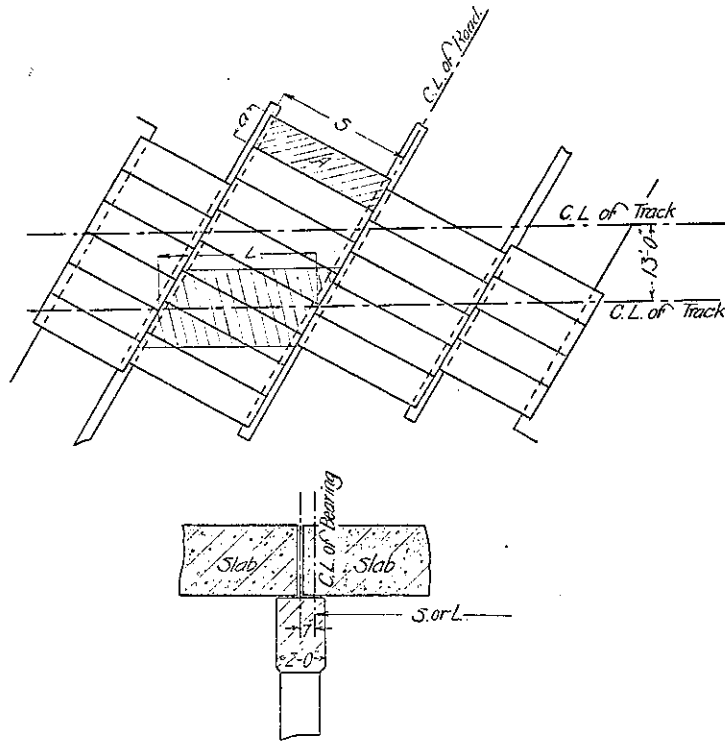
Steel 17,000 lbs per sq. in.

Concrete 650 "

Maximum allowable Shearing strength in concrete;

Concrete alone 40 lbs. sq. in.

With bent up bars	60	”
With bent up bars & Stirrups	120	”
Maximum allowable Bond strength ;		
Corrugated bars	100	”
Plain Bars	80	”



第九圖

但し第九圖の如く L も S も distance は Center to Center of Bearing line とす。

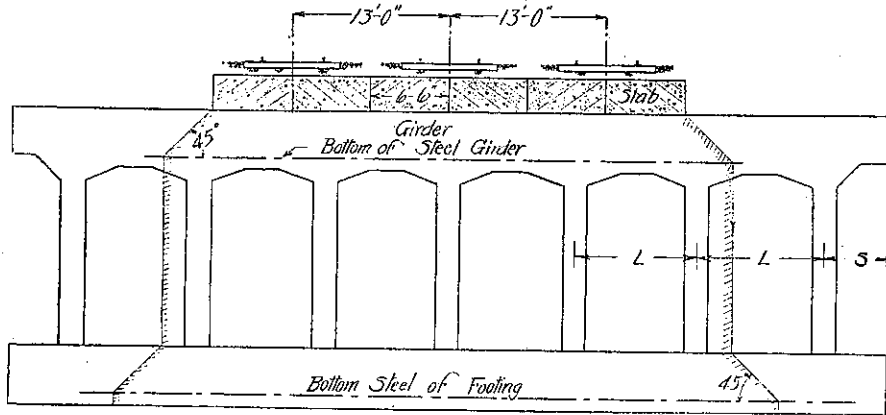
次に橋脚に於ては slab より來たる live load は (■) にて圍まれたる内部に分布するものと假定す。

live load は 3 線分に對する pier の maximum reaction の 80% をとるものとす
Girder に起る Moment

$$\text{Maximum moment for intermediate pier} = \frac{WL^2}{12}$$

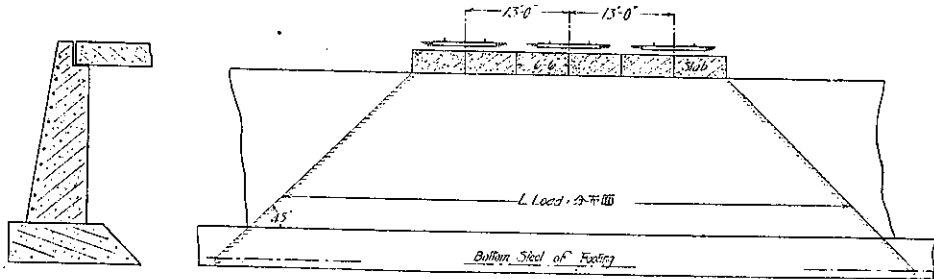
$$\text{Maximum moment for end panel} = \frac{WL^2}{10}$$

$$\text{Maximum moment for cantilever.} = \frac{WS^2}{2}$$



第十圖

girder, columns の impact は slab の場合と同様に $\frac{1}{2} \cdot \frac{(L.L.)^2}{L.L. + D.L.}$ とす、
 footing には impact を考えず Allowable strength は slab の場合と同様なり但し columns には寫眞第四十六に示す如く 1% の spiral reinforcement を用ひ居る故に此内部に限り 850#/□ の comp. を許すものとす。



第十一圖

- (1) 橋臺に於ける reaction は live load は 3 線分に對する maximum end shear の 80% を採る impact は pier, slab と同様なり
- (2) 分布の有様は第十及第十一圖に示すが如く假定す。
- (3) footing には impact は加算せず。

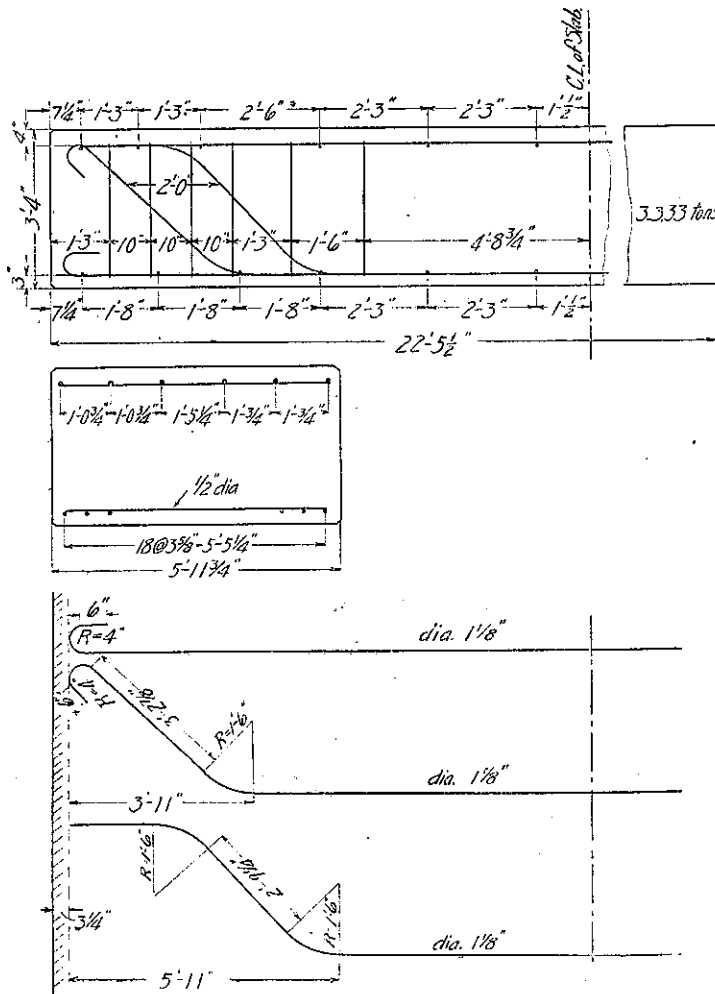
以上の如き計算より求め得たる結果として當地各鐵道に於ては一般に使用する鐵筋の大きさは一定して居る、即ち徑間 10 呎内外の歩道上のスラブの主鐵筋は

3/4 吋直徑を用ひ、徑間22呎乃至23呎の處ではいづれも1 1/8 吋直徑の異形鐵筋を使用して居る。

一般に米國に於ては丸形鐵筋も異形鐵筋も其値段は余り變りはない、故にコンクリートとの粘着力が大きいと云ふ理由から鐵筋としては何處も異形鐵筋を使用して居る、然しイリノイ大學(University of Illinois)研究報告第七十一號 (Bulletin No 71) の中にコンクリートと鐵筋との粘着力に就て Mr Abrams は『四角の異形鐵筋 (square twisted bar) の夫は一般丸形鐵筋の夫の約 80%にあたる、更に異形丸形鐵筋 (round deformed bars) は一般の丸形鐵筋に比して特別に優良と認め

ず即ち全く同様の粘着力を有す』と發表して居る。

之により見れば日本で出来る一般の丸形鐵筋でも毫も異形鐵筋に劣つては居ない、たゞこゝに申上げておきたい事はこの試験の結果はいづれも完全なるコンクリート工に就て得たるものであつて現場ではなかなか完全なる工事を期する事はむづかしい、少しでも不完全なる打ち方なれば勿論異形丸形の方が粘着力は強い、次に剪力 (shear) 斜張力 (diagonal tension) に對する鐵

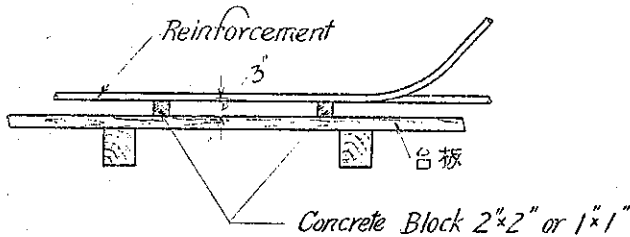


第十二圖

筋に就いて申上げる、先年イリノイ大學に於て Precast Slab の強力試験を行つて見た、其結果主要鐵筋は其端から可成はなれた處からまげて斜張力に對抗せしめスターラップ (stirrups) を使用する事が剪力 (shear) に對して有効である事が認められた。

斯くの如き試験の結果に基いて最近設計して居る、當地イリノイ・セントラル鐵道のスラップの鐵筋の配置は第十二圖に示すもので、スターラップは徑 $3/8$ 吋鐵筋を使用して居る、之等の設計に關しては歸朝後發表の機會あるものと信ずる。

斯く第十二圖に示した鐵筋の實際組立てられたものが寫眞第九に示してある、



第十三圖

中に凸形のものがあるのは未だ完全にとりつけられて居らぬもので之が寫眞第五十七に示す如く取りつけられスラップをつり上げる時用ひら

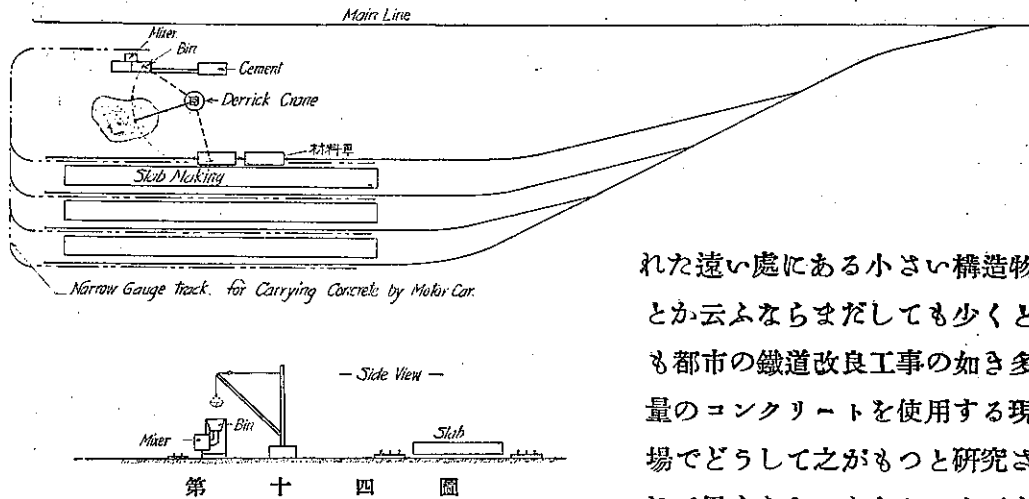
れるものである、尙鐵筋に正確な位置を保たせるには豫めコンクリートのブロックを作り之を第十三圖に示す様に下におく事は日本と同様である。

六 Precast Slab の製作

(一) コンクリート混合設備、クレーンの應用。

Precast Slab の製作には先づ第十四圖に示す如き一定の場所を選定し、こゝに線路を引き込みコンクリート材料の取卸るしスラップの貨車積込の用に供し、更にコンクリートを混合機より運ぶモーター・カー (motor car) の狹軌の線路を必要とする(寫眞第十參照)然しこの二様のゲージの線路を使用する時は一般の線路の中に小さなレールを一本並べて之を並用して居る事が多い、斯くの如き製作場に第一設く可きものはコンクリート混合設備である。

現在我國のコンクリート混合方法は在來の手練に比しては慥かに一段の進歩を示して居るが、たゞそれだけに止まりて如何にして之に其材料を供給するかが少しも研究せられて居らぬ、足場を作つて砂利や砂をかつぎ掲げて居るが其勞力の割には決してそれだけの効果は擧げて居ない、それも小さな工事場、或は飛び離



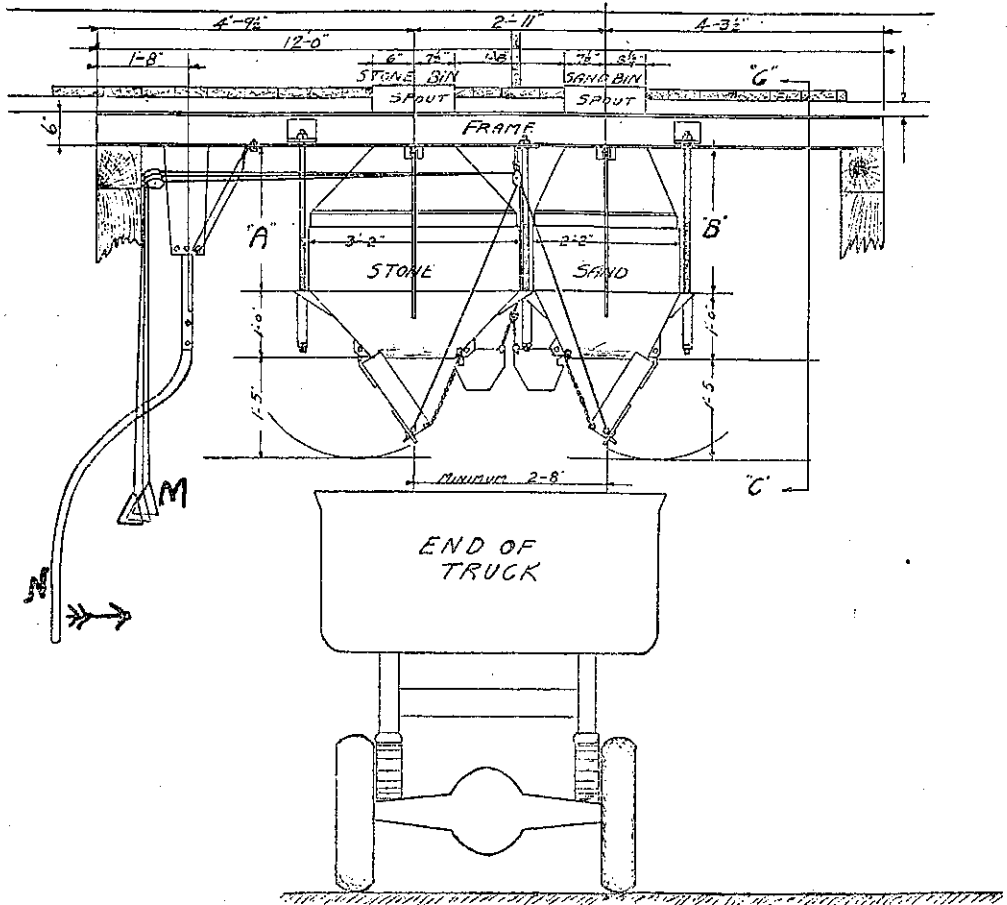
第十四圖

れた遠い處にある小さい構造物とか云ふならまだしも少くとも都市の鐵道改良工事の如き多量のコンクリートを使用する現場でどうして之がもつと研究されて居らなかつたかをつくづく

私は當地へ來て考えた、もう少し機械を利用したらどうだらう、即ちデリック・クレーン (derrick crane) を使用すをれば良い、我國でこの方法に依らなかつたのは勞銀が安いと云ふ理由から來た事かも知れぬが私はその主因は機械を使用して見た事のない日本の今日の請負人に工事をまかして居る事だと思ふ、前述の如き材料運搬の方法では混合機が全能力を發揮する事が出来ないのは大方當局者の已知の事である、今日の工事設計に就ては決して日本は歐米諸國に劣つて居ないのみか特殊のものに於てはかへつて優れて居る、然し一方其施工振りは果たしてどうであらう、遺憾ながら私はまだこれが研究の餘地ありと思ふのである。

それで私はこのコンクリート混合設備として是非バッチ式混合機 (Batch type mixer) を採用し之に砂利、砂を供給す可くデリック・クレーン (derrick crane) を使用することを提案する。

バッチ式混合機は寫真第十一に示す如くコンクリート混合機の上に砂利、砂を入れるやうに仕切りをした箱 (bin) がある、この下には砂利、砂の量を計る枱が有る、この箱は鐵製を使用して居る處は例外で値段の安い點からいづれも現場で木で作つて居る、同圖はイリノイ・セントラル鐵道で使つたものだが、木で作られて居る、枱は又第十五圖に示す如く鐵製のバテントのものを使用して居る、之は圖に於て明なる如く二つの箱を組み合せた telescopic なものであるからコンクリートの配合の割合に従つて其二つの各の枱の容量を如何やうにも更へる事が出来る便利が有る、即ち次表の寸法によりて之に相當した枱の容量が表はれて居るのである。



TABLES FOR ADJUSTING HOPPERS

DISTANCE "A" FOR STONE "B" FOR SAND

34 1/2" FOR 28 CU FT.	22 3/8" FOR 18 CU FT.	31 1/8" FOR 13 1/2 CU FT.
33 1/4 " 27 "	21 1/8 " 17 "	30 1/8 " 13 "
32 1/2 " 26 "	20 " 16 "	27 3/4 " 12 "
30 7/8 " 25 "	18 7/8 " 15 "	25 3/8 " 11 "
29 5/8 " 24 "	17 5/8 " 14 "	22 3/4 " 10 "
28 1/2 " 23 "	16 1/2 " 13 "	20 1/4 " 9 "
27 1/4 " 22 "	15 3/8 " 12 "	17 3/4 " 8 "
26 1/8 " 21 "	14 1/4 " 11 "	15 1/8 " 7 "
25 " 20 "	13 " 10 "	12 1/2 " 6 "
23 3/4 " 19 "		

Note-Tables are approximate
use cubic foot box for exact volume

然しスラップを作る如く割合を 1:2:4 と決定してしまへば木の箱で底開きに作つてよい、さればこの二つの枺は砂利の方が砂に對して二倍の大きさに作つておけばよい、枺のハンドル M をとれば底は開いて砂及び砂利はミキサの中 2:4 の割に落ちて行く、セメントもこの方法で作つた處もあるが之は硬化し易いからやはり直接ミキサの口に入れる事として居る、斯くして砂利、砂、セメントの合計が丁度ミキサの容量に適合するやう枺の大きさを決定する。

更に上の箱から砂利、砂を枺の中に入れるには N なるハンドルを矢の方向に押せば枺の上面は開くから砂利、砂が元と同様に迄入つて来る、ミキサの上の箱 (bin) の中に砂利、砂を供給するには前述の如くクレーンを用するが寫眞第十二によつてよく其有様が知れるであらう、之は同圖に示してある如く木で作つたもので充分である、その要部は次の如くである。

揚巻機 (winch, 3 drums.)

バケツト (clam shell bucket)

滑車及ロープ

バッチ式混合機に要する人員は次の通りである。

1. デューリック・クレーン	1 人
2. セメント運び	1 人
3. バッチ式混合機の枺のハンドルをとる者	1 人
4. セメントを混合機に入れ水栓をあけて水を混合機に入れる者	1 人
5. ミキサよりコンクリートを出す者	1 人
合 計	5 人

尤もニューヨーク地下鐵道の工事場では(3)と(4)を1人にてやり合計4人にてやつて居た、4~5人といふ處が平均だらう、斯くしてミキサの容量 0.75 より 1.0 立ヤードのもので1日9時間より10時間の労働にて25立坪より30立坪のコンクリートを容易に作つて居る。

さて(2)のセメント運びであるが當地ではセメントは殆ど袋であるからコンベアーを使用して混合機の口までもち上げる事が出来る、日本の如く樽を使用して居るところでは斜の輕便線を架けてケーブルにて引き上げるもよいだらうが、之は砂利、砂に比して其量も少く混合機の口までもち上げるので高さも砂利、砂に比して低いから人力でころがしあげるも亦よいだらう、然し近頃は日本も亦袋の

セメントが東京附近には多くなつたからコンベアーを用ゐ得る譯である、水はタンクからとる事にしなければならぬ、それは日本の現在の状態として手押ポンプで水をあげるもよいだらうし又近くに水道があれば其必要もない、以上詳しく述べたがこゝでくり返して云いたいの大きな都市の鐵道改良工事と名のつく現場ではよく場所を選定してこゝに中央コンクリート混合設備を設け

1. デューリック・クレーン (derrick crane)

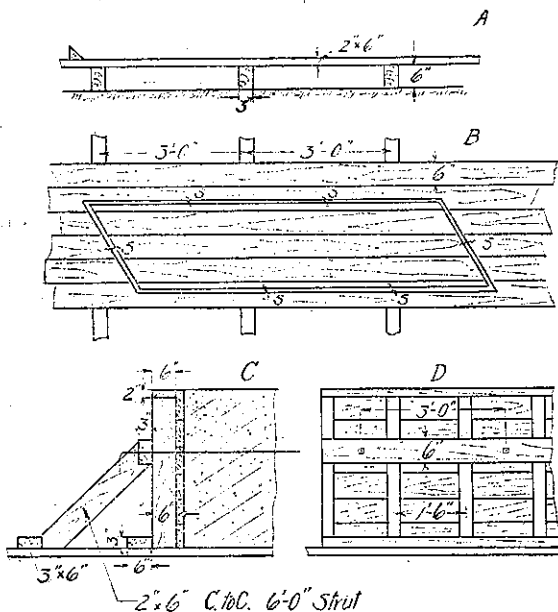
2. バッチ式混合機 (batch type mixer)

とは無くてならぬものである、之を備へ付け混合機の全能力を發揮せしめたい事である

カタログを見ると bin などは鐵板製であるが實際當地の大部が使用して居るは寫真第十一及第十二に示す様にいづれも木製であつて日本等にも勿論木製で澤山であると思ふ。

(二) 型板

之は先づ其製作場を一面に地ならして第十四圖に示した線路と線路との間にスラップ製作の臺を作る事が必要である、之は第十五圖に示した如く丈夫なる臺の上に厚さ2吋位の板をよく滑かにけづりて張りつめたものであつて四方の側板を



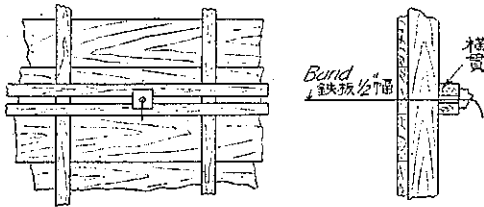
第十六圖

用意する事が必要だ、側板とは第十六圖、C.D. に示した如く板、貫いづれも全部とりつけてあるものだ、そこで先づ臺の上に第十六圖 B に示した如くすみ繩によつてスラップの平面形を畫く、之に添ふてスラップの隅に丸身をつける隅木を打ちつけて行く、それで B に示してある通り所々この隅木には S と記した處に鋸入れておく、之はコンクリートを打つ時にその中空気が逃れて出る穴で即ちバッドリング (puddling) をして完全ならしめ出來上つた時にスラップの

中にボイド(void)をなくする爲めである。

斯く隅木の準備が出来たならば之に添ふて側板を立てかける、寫真第十三はイリノイ・セントラル鐵道のスラップ型板組立ての光景を示したものである。

尙ほ寫真第十四はラカワナ鐵道(Delaware Lackawanna & Western Railway)のスラップの型板、鐵筋組立等を完成して今やコンクリート打ちをして居るところである、さて次に起る問題はこの立てかけた側板を如何にして締めつけるかである、この問題は獨りスラップに限らず總てのコンクリート工に必要な事である各所の工事場にて種々研究の結果一番簡單で其金物が幾日も使用が出来ると云ふ點から寫真第十五乃至第十八に示したボスコ式クランプ(Bosco Clamp)が一番よいやうに思はれた、シカゴ市の各種鐵道の工事場にてはいづれも之を使用して居る、之を使用するには第十七圖に示した如く2本の横貫を用ゐたがよい、斯くすれば貫にバンドの穴をあけずともすみ而かも丈夫で貫が少しもいたまない。



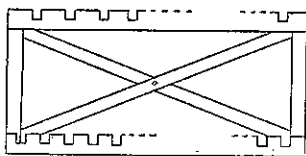
第十七圖

之で鐵のバンド(band)を締めつけるのが非常に簡單だ、寫真によく表はれて居るだらう、そしてコンクリートを打つてからはバンドは埋め込みになるが之を締めつけて有る金物は何回でもくり返し使用する事が出来る、そのバ

ンドはコンクリートの表面から切りとつてしまふ、其後私はニューヨーク市の淺野物産會社へ照會して置いたからやがて日本の市場に表はれるのも遠い事ではない

(三) 鐵筋の組立て

鐵筋の詳細なる一例は第十二圖に示したが之は成る可く同じ型のものを並べて行く事にしたい止むを得ない時に限つて特別なる型を作る、即ち同じ型のものを作るために第十八圖に示す様な型を作つておく、そしてこの凹部に其主鐵筋を入れれば配列に對して中心間隔を計る必要もない。

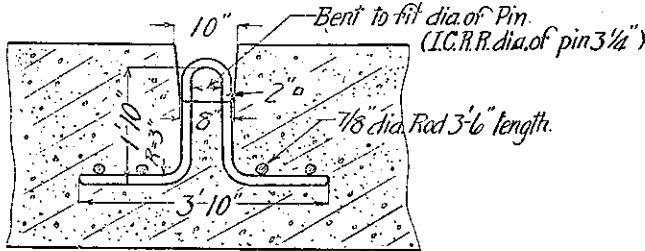


第十八圖

寫真第十九は4人で今この型を利用して組立てが終たところをあらはして居る。

斯くの如く組み立て終つたものは次に述ぶるコンクリート打ちに使用するクレーンを利用して寫真第二十に示した如く之をつくり上げて型板の處へもつて行く、そしていよいよ型板の中におさめてしまへばこの中にU形のフ

クをとりつける(第十九圖)即ち之はやがて Precast Slab をつり上げる爲めに用ふ



第十九圖

るものである、之はいづれの會社のものも四角の角棒で大低2吋角位のものだ寫眞第二十一によくそれが表はれて居るだらう、而してスラップが出来上り之を架設したなら

直ちに凹部は 1:2 のモルタルにて埋めてしまふ。

(四) コンクリート打ち

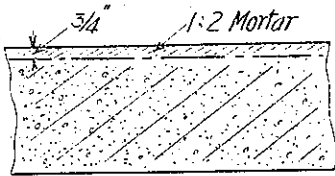
以上の如く型板、鐵筋が出来れば先づ鐵筋を型板の中に納める前によく板の間隙間が無いかを調べ少しでもすき間か有れば之をバテにてよくつめる、それから鐵筋を入れて後充分水にて型板の内部を濡らす、次にコンクリート打ちであるが先づコンクリートをミキサーからバケツトに受取り之をモーター・カーにて曳いて來る、そのモーター・カーの線路が第十四圖に示したものでこの線路は大低一般の線路の片側のレールを利用して居る、それが同圖の側面圖に表はれて居る、斯くの如くして運ばれたバケツトは一般線路を走るロコモチブ・クレーン (locomotive crane) に釣り上げられクレーンが線路に添ふて動くからその途中バケツトの底をあけるとコンクリートは同じ厚さに型板の中にばら撒かれる事となる、その有様が寫眞第十九に表はれて居る。

次に製作するスラップの數が少い時は其型板をミキサーの近くに置きミキサーからコンクリートを受けたバケツトをすぐクレーンにて釣り上げ之を型板の中にばら撒いて行く、寫眞第二十三はラカワナ鐵道 (Delaware Lackawanna & Western R. R.) に於ける Precast Slab の製作の例である、尙こゝではスラップ型板の側板を節約する意味から二つづゝ取つて作る、即ち既に出來た一つのスラップの長邊を側板の代用としてこゝにフェルト・ペーパーを張り、憐りのスラップ・コンクリートを打つて居る、それもこの寫眞で知れるであらう。

この場合にはこのクレーンが又斯かるコンクリート打ちをする以外に尙ほ砂利、砂をバッチ式混合機の箱 (bin) の中に入れる勤めもする、寫眞第二十四はよくそれを表はして居る、コンクリートをばら撒いたならば直ちにパッドリング (puddling)

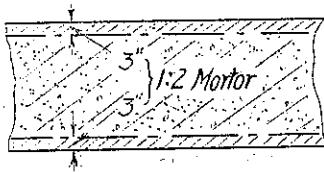
を必ず行ふ、一回に打つコンクリートの量が餘り厚くすると其效が少いので各會社とも一回にばら撒くコンクリートの層の厚さは最大8吋と規定してある。

Illinois Central R. R.



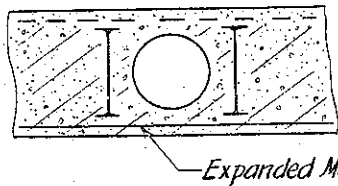
(一)

Chicago Milwaukee & ST P.R.R.



(二)

Chicago & North Western R.R.



(三)

Expanded Metal.

第二十圖

次にスラップの表、底面の施行法は大別して三様とする一つはイリノイ・セントラル鐵道の例で表面だけ厚さ3/4吋、二はシカゴ・ミルウォーキー鐵道の例で表面、底面共に3吋の厚さに1:2のモルタルを用ゐて居る、三はIビームを使用して居る、シカゴ・ノース・ウエスターン鐵道であるが底面に金網 (expanded metal) を使用して居る、いづれも第二十圖に示す如きである。

而して如何なる場合に於ても一つのスラップを二日に亘りてコンクリート打ちする事は許してない、尙よく表面を平面に仕上げる事は必要である。

(五) 型板の撤去

打ち終りたるコンクリート・スラップの型板を取外す時日は其土地の氣候、溫度、スラップの厚さ等によりて異なるけれども第一表に示した如き寸法のスラップで當地で春より秋に

かけてのコンクリート打ちでは次の第三表の(A)欄に示した如く2日乃至4日と云ふ處である。

第三表

Construction of Precast Slabs.

R. R. Co.,	Forms Remove.	Dump daily.	Moving.	Total.	Seasoning	Total
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
Ill. Central	48 hours	7 days	21 days	30 days	60 days	90 days
I. C. (I-Beam)	48 "	7 "	7 "	16 "	0 "	16 "
C. & N. W. (I-Beam)	6 days	7 "	12 "	25 "	0 "	25 "
C. B. & Q. (R)	4 "	21 "	0	25 "	30 "	55 "
" (S)	4 "	21 "	0	25 "	20 "	45 "

C. M. & St. P. 4 〃 7 〃 30 41 〃 28 〃 63 〃

(R) Roadway Slab, (S) Side Walk Slab.

型板をとつてから毎日二三回づゝスラップの上に水を打ちて之をしめす事は日本と同様であるがその日数は(B)欄に示した如く先づ1週間位の處が多い、之がすんでから相當コンクリートの硬化を待つて之をクレーンにて上げて貨車に積み一定の場所へもつて行く、このスラップを動かす事を許すまでの日数が(C)欄で即ちコンクリートを打ち終つてから之迄の總日数が(D)欄に示してある、大抵30日前後の處が多い、それでこの日が來たら早速スラップを他所へもつて行き其後、次のスラップを作る用意にとりかゝるのである、だから型板をはづしたら早速其スラップのコンクリートを打つた月日を其側面にでもかき記して置く、尙スラップの用ひらるゝ場所の名とか製作番號等も書いて置く、即ち寫眞第二十五に見る通りである。

斯くの如くして Precast Slab は製作せらるゝのであるが其製作は請負と會社直營との二つの場合がある、各鐵道會社にて作りたる例を次の第四表に列記する事とする。イリノイ・セントラル鐵道のスラップ・ヤードは毎日私が見學に行つて居た處で一番くはしく調べたがその作業は十三年六月六日に初め十二月十六日に終了した、日曜日には工事を休むので有效百六十五日計りになるが、この間雨が降つて出來ない事もあつたし請負工事をやつたので種々の都合上中止した時もあつたが要するに一日平均63人にて約5のスラップを製作して居る。

第 四 表

Progress on Making Precast Slabs at Markham Yard.

Illinois Central R. R.

1. Slab making start: June 6th, 1924.
2. Slab making finished; Dec. 16th, 1924.
3. Effective days except Sunday; 165 days.
4. Total number of slabs, being built: 799.
5. Labours, average daily. (10 hours work)
 - a. at concrete mixing plant: 8 men. (mixer $\frac{1}{2}$ c. yards)
 - b. carrying concrete 2
 - c. stiff-leg derrick operators 3
 - d. locomotive crane 3
 - e. form builders 26
 - f. steel men 10
 - g. concrete handlers & spuders 11

	Total	63 men. daily.
6. Making slabs, average 4.8 slabs daily.		
7. Maximum progress on piece works;		
a. making up slab reinforcements;		
7 sfts with 4 steel men @ 10 hours		
b. concreting & spading of one slab, (15 cubic yards)		
15 minutes with 6 men.		
c. building forms;		
1 hours with 3 carpenters. per one form		
	For other Railroads.	
Chicago & Rock Island Pacific Railroad		
20 slabs a week.		40 labours @ 10 hours.
Chicago & Northwestern Railroad.		
10 slabs a day (I-Beam encased slabs)		25 labours @ 10 hours.

七 Precast Slab の硬化及貨車積込

出来上りたるスラブを製作場から一定の場所に移してこゝで完全なる硬化を待つ爲めシーズニング (seasoning) をなすべきである、この期間は第三表 (E) 欄に示した如く會社によつて違つて居るが然しコンクリートを打ち終りてより完全なる硬化をしたものと見做す日數は同表の (F) 欄に示した如くシカゴ・ミルウォーキーの63日イリノイ・セントラル鐵道の90日先づ2箇月乃至3箇月と云ふ處だらう、即ちこの完全なる硬化を行ひたる後 Precast Slab は初めて現場にもつて行き架設する事が出来る、但しIビームを用ひた Precast Slab は動荷重がコンクリートに關係なくIビームだけで受けるのであるから之は硬化の必要がない事は (E) 欄が0となつて居る事で知れやう、たゞこゝに注意しておきたい事はスラブの製作は餘り寒くならないうちに作り上げてしまう事である。大きな工事にては1年に使用する全部を斯く作つておき冬はたゞ其架設だけに止めるやうに計畫する事が必要である、寫眞第二十六の右側は硬化を待つシーズニング (seasoning) をさして置く處で左が貨車に積み込んだ處である。

さて愈々シーズニングがすんで使用に堪へる時が來れば之を貨車に積込んで目的の場所に持つて行く、之には寫眞第二十七及第二十八に示した如くロコモティブ・クレーンを用ゐて積込むのである、即ち貨車の一端には機關車をつけておきクレーンにて貨車に積込むに便なるやう其位置を動かしてやる。

而してこの積込に要する人員は

(1) 指道者	1 人
(2) クレーン取扱者	1 人
(3) クレーンの上にて合圖する者	1 人
(4) 手傳	4 人
(5) 機關車, 機關手, 火夫	2 人
合 計	9 人

上記はいづれもスラップの重量30より40噸の間にある當地イリノイ・セントラル鐵道に於ける實際であるがそのロコモテブ・クレーンは日本でよく使用するインダストリアル會社製で次きものである。

Capacity of Locomotive Crane.

	Industrial Works, Bay City, Mich.			
With jack beam.	300,000	lbs	where Radius is 17 feet.	
	100,000	„	„	30 „
Without jack beam.	49,800	„	„	16 feet.
	18,500	„	„	30 „
Dead weight is 253,000 lbs.				

八 橋臺及橋脚コンクリート工

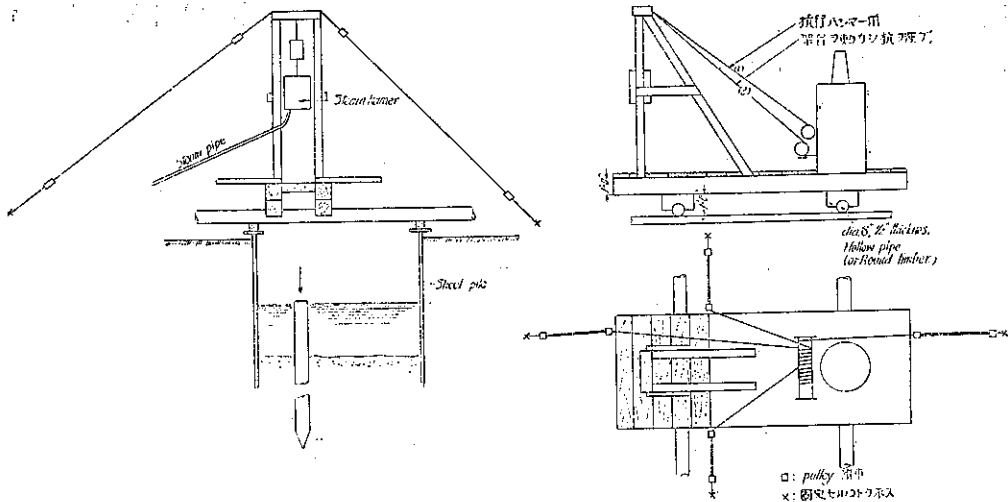
(一) 基礎杭打

小さい工事を除いて少くとも都市に於ける鐵道改良工事と名のつく處ではもう少し機械を應用したらどうだらう、こゝに機械と云ふのは現在東京の市街線工事に使用して居る如き大仕掛な スチーム・ハンマー の如きを意味するのではない、人力をもつと節約し得る設備と云ふ方がおだやかな云ひ方かも知れぬ、スチーム・ハンマー (steam hammer) と云へば東京市街線の鐵筋コンクリート杭を打ち込む如き何萬圓と云ふ高い機械でなくてはならない必要はない、當地に於てはみんな工事費の節約と云ふ意味から大仕掛の機械は決して一般には使用されて居ない、こゝに私は現在日本で最も多く用ひらるゝ木の杭を打ち込むに適當した極めて手輕なスチーム・ハンマーを紹介しやうと思ふ。

目下各地の工場が事業縮小の結果ボイラーの賣物が大分ある筈であるこのボイラーの小型の古物がかつて之を利用する事がよいと思ふ、それで

ボイラー (boiler)	1
ハンマー (steam hammer)	1
捲揚機 (winch)	1

之だけあればよい、尤もこのハンマーだけは日本で出来ないかも知れぬがハンマーだけなら大した金でもあるまい、捲揚機は日本でいくらでも出来る、電気でも蒸氣でも場所に適當したものを用ふればよいが、現在の日本では電氣を引くにも變壓器や架線とか随分金がかゝるから私は蒸氣の捲揚機の方が面倒がなくてよいと思ふ。



第二十一圖

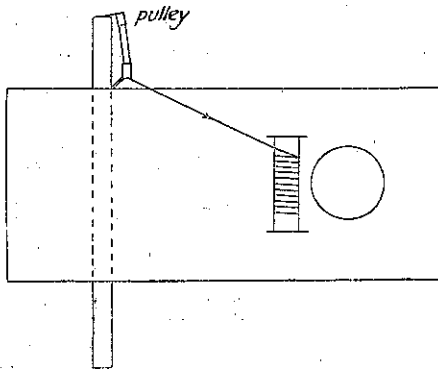
それで寫眞第二十九及第三十に示す如く木で簡単に組み立てた臺の上に捲揚機をのせてそれでハンマーの上下に動く木の枠さえあればよい、鐵材は少しも使用せずみな木で現場で組み立てる、ハンマーへの蒸氣は前に述べた別に他の場所へすえつけたボイラーからとる、捲揚機には二つのドラムさえあればよい、即ち一つはハンマーを上げる爲めに用ひ、他はこの杭打臺を動かす時と、杭を積んである場所から引つばつて来る用をする。

それから杭の打ち方であるが之は御承知のことだからこゝには重ねて申上げない。

次に如何にして簡単に其架臺を前後左右に動かしてハンマーが杭の頭の處へ来るやうにするかといふと之にはたゞ滑車に麻繩をつけて捲揚機で引くだけの事

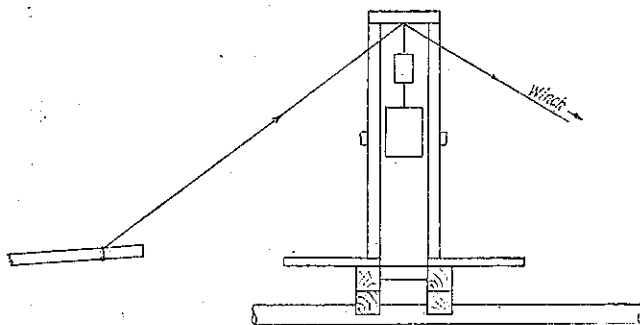
ある、第二十一圖に示すが如く臺の下には直徑 8 吋計りの鐵管を 2 本使用する、それで前後に動く場合には圖に示した如く滑車をとりつけその繩を捲揚機のドラムに巻きつける他の一端は固定してあるから繩を巻けば鐵管がころがつて臺は動く、その前進する光景が寫眞第三十一に表はれて居る、この鐵管の代りに丸棒を使用して居る處もある。

左右の動き方も之と全く同様である、たゞ鐵管の上をすべつて臺は動く、寫眞第三十二に其光景がよくあらはれて居る、以上はシカゴ市のイリノイ・セントラル鐵道線の工事であるがニューヨーク市のロング・アイランド鐵道では左右の動き方は一番進歩して居る、即ち寫眞第三十三及第三十四に示した如く丸棒（鐵管の代り）の先端を固定點として左右に動かして居る。



第二十二圖

さてこの機械が少しく遠い距離に移動する場合にはどうであるか全く同様の理屈で捲揚機をまき乍ら動いて行く寫眞第三十五でよくそれが知れるであらう、杭を打つに當つてその積んである場所からこの捲揚機を利用して第二十三圖に示した如く杭に繩をとりつけて引つばつて來る、そして所定の位置に据える。



第二十三圖

更に地質に應じて例へばクキック・サンド (Quick Sand) の如き場合には水壓即ち water jet を使用する事は已知の事である、之に使用する水壓はスチーム・ハンマーに用ふる蒸氣を利用してポンプを動かし作ればよい、寫眞第三十に於てス

チーム・パイプの他にもう一つのパイプは即ちこの水壓用のものである、之に使用する壓力は其管の厚さによつて決定せらるゝものであるがイリノイ・セントラル鐵道の工事場では 10 尺より 15 尺の杭で 250 封度の水壓を使用して居る、その

出る有様か寫眞第三十六に於てよく知れるであらう。

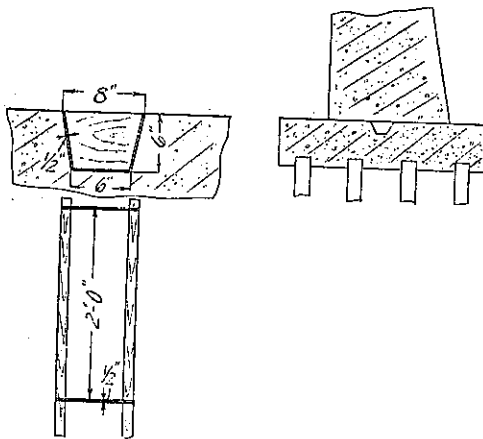
以上の杭打工事に要する人員は下記の通りである。

(1) 指導者	1 人
(2) 杭けづり	1 人
(3) ハンマーに送る蒸氣のヴァルブを取扱ふ者	1 人
(4) ボイラーの番人	1 人
(5) 捲揚機	2 人
(6) 水壓ポンプ	1 人
(7) 杭の設置	4 人
合計	11 人

この工事用のボイラーも古物のボイラーを只でもらつて來たと云つて居た、蒸氣の壓力は60封度を示して居るが15尺より20尺の杭を容易に打ち込んで居る。

(二)橋 臺

このコンクリート工事も私共が大いに改めなければならぬ事と思ふ、現在日本



第二十四圖

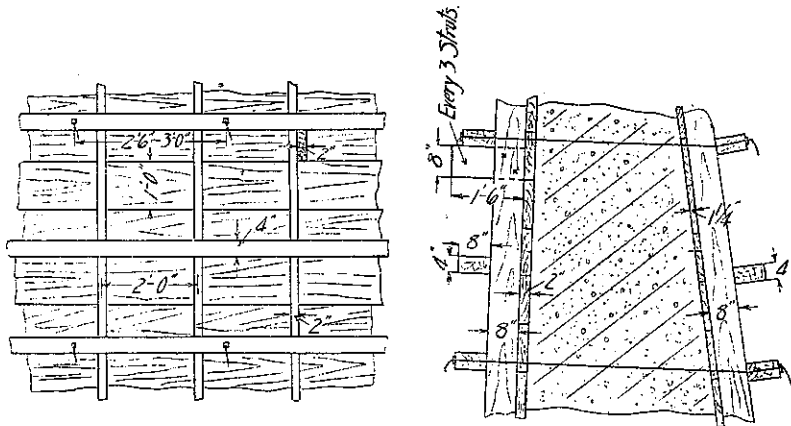
ではいつもコンクリートの練り方が間に合はぬのと型板を惜しむ爲と相俟つて何回にも打ち返し打ち返し下から上つて行く、それで水平の作業接合 (construction joint) を何回も作つても其間に何等の接合設備も施して居ない、之れで果たして丈夫な橋臺が出来るだらうか、當地では20尺より低い橋臺に於ては出来るだけ水平の作業接合を作る事をさけて居る、又多くの鐵道會社は之を禁じて居るのである。即ち

ある高さだけの橋臺は一日に下から上までコンクリートを打てしまう、但し基礎と軀體とは配合も異なる事が多いからこゝには水平の作業接合は止むを得ないがこの爲めに第二十四圖に示す如く凹形を作つて完全なる接合を計つて居る。

そして伸縮接合 (expansion joint) の間のコンクリートは一度に打つてしまう事に努めて居る、然し之が行はれ難い場合は作業接合を作るけれども之は垂直に

型板を仕切りしてこゝに第二十四圖に示したと同じ凹形を作るやうに型板を入れる、凹形は上より下まで通して作るである、但し鐵筋を用ふる場合には勿論通して鐵筋だけ連續せしめておく。この作業接合を作る場所の選定は橋臺の強力を考へて適當に定むるのであるが當地の各鐵道ではこの作業接合の水平距離は20呎以上60呎以下としてあるが實際25呎より30呎位の處をもつて施行して居る、寫眞第三十七はシカゴ・ノース・ウエスタン鐵道、寫眞第三十八はイリノイ・セントラル鐵道の改良工事場の實況であるがいづれも大きな橋臺の型板を下より上まで全部一體に初めから作り上げた處を示すのである。

次には橋臺コンクリート工の型板に就き詳細に之を述べる事にする、以上の如く下より上まで全部の高さを一般にコンクリート打ちをするのであるから、従つて其型板は相當に丈夫なものでなくてはならぬ今一例をイリノイ・セントラル鐵道にとれば第二十五圖に其略圖を示した如く前面には厚さ2吋（但し鉋けづりをして仕上げた後には $1\frac{3}{4}$ 吋となる）後面の土砂埋戻しをする方は2吋より小なる事を得としてある、如何に其橋臺の前面に注意して居る事が知れやう、寫眞三十九及第四十に於て如何に嚴重に橋臺の型板が組み立てゝあるかがよく知れるであらう。



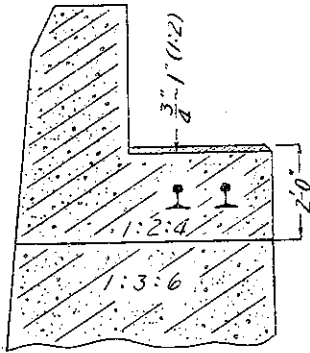
第二十五圖

型板の締めつけ方はスラップの型板の處に述べたのと全く同様でボスコウ式が一番よいと思ふ、又これを用ゐる場合も第十七圖に於て説明した如く2本の横貫を並列して用ゐる方が萬事に就てよいと思ふ。

次はコンクリートの打ち方で有るがクレーンでつり上げたバケットを利用して打つ處は寫眞第四十一及第四十二に表はれて居る如くであるが若し線路の間であつたら手車で押して來て枕木を1本位切つてそこから流し込む、一回に打つ厚さが8吋以下とかパッドリングを其都度行ふ事等はスラップの場合と同様である。

尙ほコンクリート混合設備はスラップの場合と同様だがモーター・カーにて運ぶ距離は各地で研究して見たが大體 0.5哩より 1哩と云ふ處だ之に基いて作業の中心地にこのバッチ式混合設備を作ればよい。

さて次には橋臺の床石面の仕上げであるが之は目下東京改良事務所にて使用し



第二十六圖

て居ると同様の設計で第二十六圖に示した如く上面2呎だけは 1:2:4 のコンクリートを打つて居る、その中に古軌條を埋め込む事も大變よく流行して居る、そして表面は 3/4 吋より 1 吋位 1:2 のモルタルにて平面に仕上げる。

さて打ち終りたるコンクリートの型板を取外す時日だが之もスラップの處にて述べた通り其土地の氣候、溫度、コンクリート工の厚さ等に関係するものであるが私が直接現場の主任にあつて見て見た其標準が次の第五表 (A) 示してある。

第五表

(A) Proper time for removing forms, in days.

Railroad Company.	Pouring slabs	Abutment, Retaining Wall.	Pier.
Chicago Milwaukee & St. Paul.	14-20	5	7
Illinois Central.	14-28	1-2	7
Canadian Pacific	7	3	10
Atrantac Coast line	14-21	7	14
Delaware Lackwanna & Western	14-28 (flat slabs)		
Long Island	7	1-2	10
		(in winter 7)	
New York Newhaven & Hartford	14	10	10

(B) Minimum time for removing forms, and exact days being authorized by engineers.

Chicago St. Paul Minneapolis & Omaha Railroad	48 hours.
---	-----------

Chicago & North Western	2 days
New York Ontario & Western; Plain concrete	48 hours
Reinforced concrete	5 days.
Great Northern	36 hours.

(C) Proper time for removing forms, when the concrete surface is to be finished by rubbing.

Canadian National	2 days
Pennsylvania	2 days
Long Island	1 day
New York Newhaven & Hartford	1 day

之によればイリノイ・セントラル鐵道の1日乃至2日と云ふのが最も早く大抵は7日位はゐて居る、又或る會社では時によつて違ふから數字上では申上げられぬと云つて居るが之は最も恠口な云ひわけで全くそれにちがひは無い、いづれの會社でもこの日數を其仕様書に明記したものはなく大體この點に關する仕様書は次の二種類に分類する事が出来る。

(1) 總てのコンクリート工に對して最小日數を示して之以外の詳細は現場主任の指揮に従ふ可し。

(2) この日數は全然現場主任の指揮に従ふ可し。

即ち上の(1)の最小日數が第五表の(B)に示してゐいた。

さて次にはコンクリートの表面を磨きをかけて仕上げる事があるがこの爲めには成る可く早く其型板をとる事が必要である、第五表(C)に示した如く1日乃至2日と云ふ處だ、然しこの點も大分研究をして見たが橋臺の表面に磨きをかけて居る鐵道は當地でも日本と同じに少い、今迄調べる事の出來たのは全くこの四つの會社だけである、之も特別なる市内の架道橋のみである、この磨きをかける事は日本に於ける橋臺では必要はないけれど停車場の地下道の如き處には必要があるから述べる事にしやう。

この器械に就ては各所で調べて見たが就中最も輕便で便利だと思ふたのはデトロイト市にて目下工事中のカナデアン・ナショナル鐵道(Canadian National Railway)の現場で見たものだ、之は寫眞第四十三に示した如く當地シンシナチ市(Cincinnati Ohio)にて出來たもので其重さは32封度計りで之を肩にかけ乍ら中のモーターで其砥石がまわつてこすつて行く、施行の方法は先づ型板をはづしたら直ぐブラッシにて一面にコンクリートの表面をぬらす、次いで1:2のモルタルを水分を

少なくして練りそれをぬりつける、尤もこのモルタルは使用しない處も有る、それで未だ濕つて居るうちにこの器械をかけると其表面は本當に美しく出來上る、その直段は寫眞第四十三に示した一揃でニューヨーク市渡し 250 弗だと云つて居た、少し高いやうだがこの砥石の處を針金の ブラッシ に取り代へれば古桁の鏽落しが出来ると云ふ便利が有る、その施業の方法は寫眞第四十四及第四十五に示す通りである。

(三) 橋脚

之は豫め組み立てた 4 枚の型板を四方から立てかけて行く、丸い柱を除いては鐵板の型板は使用して居ない、この 4 枚の型板を四方から立てかけて行く處が寫眞第四十六によく出て居る又同圖には橋脚の柱の鐵筋の具合もよく知れやう。(フィルムが曲つて型板までまがつて寫つたが實際はまつすぐのものだ)之を組み立て、其上のガーダーともよく締つけた有様は寫眞第四十七に示す通りである、コンクリート打ち方は前の橋臺の場合と全く同様に柱もガーダーも一度にコンクリートを打つてしまふ特別に長い徑間 40 呎より長い橋の橋脚でなければ伸縮接合は作らない但し改良工事の關係からどうしても一度に出來ない場合が多い、その時は寫眞第四十八に示す如くガーダーの鐵筋は連續せしむる事は勿論である、ガーダーの表面は橋臺の場合と同様に厚さ $3/4$ 吋より 1 吋の 1:2 のモルタルにて仕上げる。次に型板を取外す日數は一般に橋臺より長く第五表に示した如く大抵 1 週間より 10 日と云ふ處だ、斯くの如くして出來上りたる橋脚は寫眞第四十九に示す如きものである。

以上はいづれも橋脚がコンクリートの柱より成つて居るものを説明したけれども今日の米國では前にも述べた如き理由から如何なる場合にも鐵柱を使用して居ない、即ちコンクリート柱の方が總ての點に就て有利であるからこの型式を採用して居る、一年有餘各所の工事場で見學したがニューヨークの高架線を除いては一目も鐵柱のものは見る事が出來なかつたからこゝには記す事が出來ぬ。

(四) 特別橋臺

さて以上述べたる橋臺、橋脚の工事は大部分シカゴ市の伊利ノイ・セントラル鐵道の工事場のものであるが他の鐵道にも大體同様の型式のものである、然しこゝにシカゴ・ノース・ウェスタン鐵道だけは一般の架道橋に對して獨り獨特の構造を採用して居る、本會社は先にも述べた如く線路扛上に要する橋脚をも Pre-

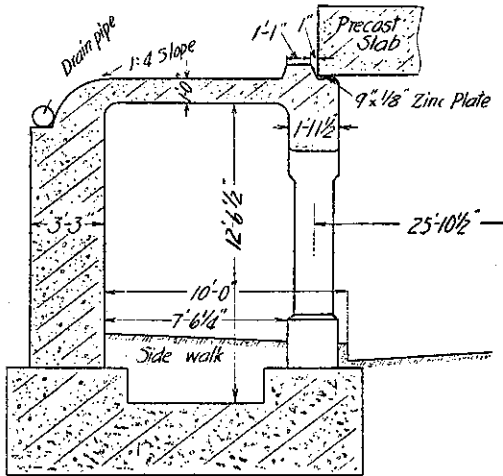
cast せむと計畫して居る程に新しい事をよく考案し出す會社だ、こゝに同會社の採用して居る橋臺の構造に就て述べたいと思ふ。

即ち寫眞第四十八及第二十七圖に示す如く橋臺と橋脚と全く一體にして作り上げたものである、地質の悪い處なんかには非常に面白い設計だと信ずる、大きな橋臺で其中を空虚にしこゝを歩道として利用した型式のものだ、鐵筋を周圍に用ゐた非常に丈夫な箱型構造である。第二十七圖と寫眞第四十八を對照してよく其構造が知れやうが、寫眞第四十八に於て鐵筋の垂れさがつて居るのは線路切り換

の関係から一時に工事が出来ないからである。

斯くして作り上げられたるものが寫眞第五十に示す如きものであるが大體の橋脚の型式はイリノイ・セントラル鐵道と同様であらう。

この橋台、橋脚の上道路面には Precast Slab を架設するもので其スラブは重量を軽くして取扱を便ならしむる爲めIビームを埋め込む構造は前の第三圖に示してゐた。



第二十七圖

九 Precast Slab の架設

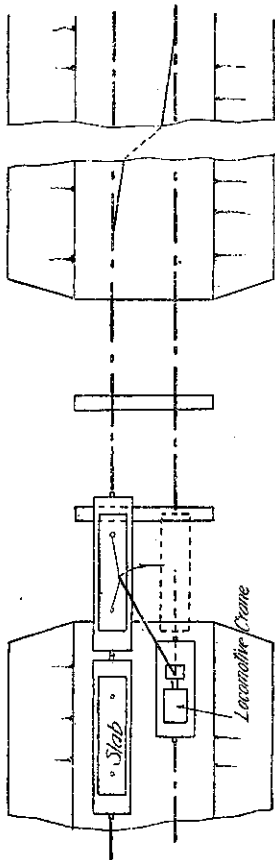
(一) 一般線路扛上改良工事の場合

現今米國の改良工事殊に踏切道改築に對する線路扛上の場合には外には成る可く早く一般公衆の安全を計る目的と内には一時に多額の費用をつかはずともすむとの理由から架道橋は先づ木造にて假物を作り木の桁を使用し殊に長い徑間ではIビームを使用して一日も早く扛上した線路に列車を運轉する事に努めて居る、そして機を見て永久的の構造におきかへて行く、數年前は初めから永久的の構造物を作つたが其後の土工をするにどうせ假の棧橋を作つて土を投げ卸ろすが有利でもあり又この土工は都合よく早くすむから此方法によれば公衆の不便を長びかせずにすむ、假橋を先づ以て造る方法に改めた、この邊も大いに學ぶべき點ではあ

るまいかと思ふ、寫眞第五十一及第五十二は假橋を示すものでこの假橋の杭の位置は將來永久的の構造物をよく考えて之等逃げて打つべき事は寫眞第五十二に於て明かな事である。

而して各木材の取付けも迅速を要する意味から寫眞第五十三に見る如く壓搾空氣を使用してボルトの穴をあけて居る、斯かる工事はいづれの會社も直營にて施行する、斯くの如くすれば將來永久的の構造物を作る時コンクリート打ちの足場ともなる事であるから種々の點で便利である、即ち斯くして假橋で以て線路に列車を通しておき乍ら其下に除るに橋臺、橋脚の工事を進めて行く。

斯くの如くして作られたる永久的の橋臺、橋脚の上に列車を通し乍ら假桁を Precast Slab に置き換へて行くその方法を之から述べ様と思ふ。



第二十八圖

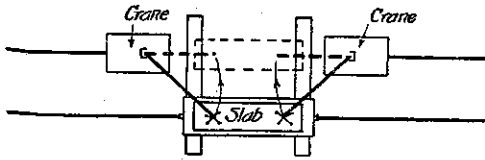
さて今日改良工事をせまられて居る處は大抵線路は複線である、斯かる場合にはこの區間に限りて單線運轉を行ひ第二十八圖に示した如くスラップを貨車の上より横取りする事が最も輕便である、それは運輸の方面から云へば面白くない事であるかも知れぬが然し僅か半日位の事であるから多少の不便は我慢してもらはなければとても迅速なる改良工事は出来ない、此方法は決して出来ない事でない、かのシカゴ・ミルウォーキー鐵道のシカゴ市北部の高架線工事では朝夕4分おきに通る電車線ですらスラップ架設中は單線運轉をして難なく改良工事を完成した例さえある。

斯くの如く全く一線を切斷してこゝにロコモータブ・クレーンを押し込む之で架道橋の假橋上の軌道材料、桁等を全部クレーンを利用してとり除く枕木でも何んでも一まとめにしてつり上げて側におろしてしまふ、若し列車の合間さえあれば生きて居る一線に貨車を押し込んで早速不用の桁材などは積込んでしまふ寫眞第五十四では枕木を一束にしてつり上げて貨車に積込んで居るのが知れやう。然し之は日本の如き忙しい線路では出来ない事かも知れない。

さて愈々スラップ架設であるが列車の間合が15分さえあればこゝにスラップを積み込みたる貨車を押し込んで来る、停車場の近くとか構内の如き處ではこの貨車を側線に押し込んでおく事が出来るから一層便利である、然し忙しい日本の現在ではこの15分間を得る事がむづかしいと思ふ、だから夜間の列車の合間の長い時を利用してこの方法を應用する事が一番よい、仕事は極めて簡単だから差支はない、即ち斯く貨車を押し込むとすれば2線とも其間だけは殺す事になるのだから之も難かしければ夜間の列車の合間を見てスラップを側へたゞおろしておく其翌晩之を架設すればよい、一旦卸ろしておいたスラップを架設する光景が寫眞第五十五に於てよく知れるであらう。斯くの如くして列車の間合を利用して架設した處が寫眞第五十六及第五十七に於てわかるであらう、架設に對する注意は(二)と同じだから後に述べてこゝでは略しておく。

架設がすんだら早速其上に防水工を施して砂利を敷き線路を作る、4徑間の一般架道橋が4時間にて出来てしまう、其仕事の早いには驚く計りである。

以上はクレーンを一臺使用して架設する方法であるが二臺を使用して架設する方法は寫眞第五十八及第二十九圖に示す如きもので之はシカゴ・ノース・ウエスタン鐵道が2線とも25分間列車の運轉を止めて架設した處である。

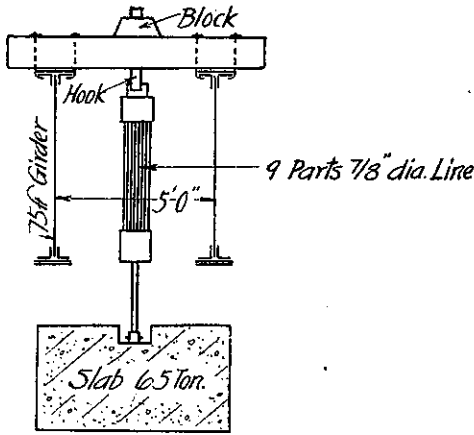


第二十九圖

然し夜間でもいつでも工事用としては1線よりどうしても許されないと云ふ處では全く他の方法による他はない、この場合にはスラップの幅は1線に對して1枚だけ(線路中心間隔が13呎なれば13呎の幅のスラップ)とする、従つて非常にスラップ

は重くなるから取扱は一層困難である、然し之は寫眞第五十九に示した如くシカゴ・ミルウォーキー鐵道で行つた方法に依るを便とする、即ち2臺の貨車にガーダーを架け渡し、之れでスラップをつり持つて来る、適當の位置にもつて來てから下の假橋をこわしてそこにスラップを漸次さげて行く、その爲めに貨車の上にはウエントチが取付けてある。そのつるしたガーダーの断面は第三十圖に示す如きものである。

こゝにお断はりしておきたい事はスラップの製作は請負にてして居る會社もあ

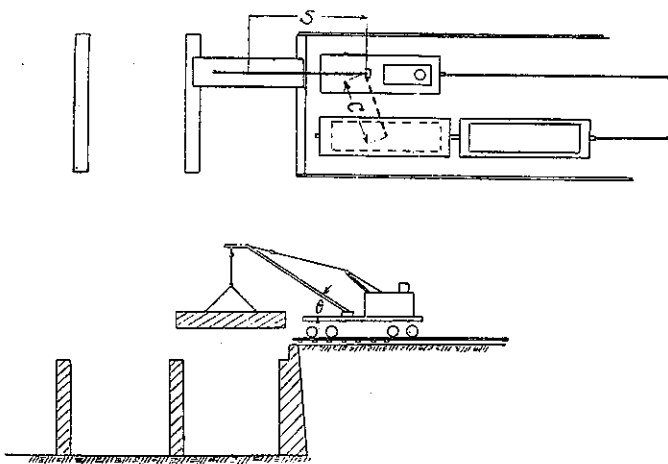


第三十圖

るが其架設は如何なる會社でも會社直營にて施行して居る事である、即ち當地の會社にては橋梁架設用として杭打機械、並にクレーンを始めいづれも之に要するものは所持して居る、故に寫真第五十一に示す如く假橋の杭打ち、桁架けいづれも會社直營である、營業線の改良工事は思はざる支障が伴ふものである即ち直營工事が採用さるゝ所以であらう。

(二) 高架線新線延長工事の場合

この場合には一方より平押しにすゝめて行くのであるから2臺のクレーンを利用する事が出来ない、尤も神戸の市街線の如く低い地上に工事用の一線を設ける事が出来る場合は例外で之はいづれ後章に説明するが先づ第一に限定せられたる一定の用地内に高架線を作る方法で低い地上に工事用の線路を設けずに架設する方法を述べやう。この場合には第三十一圖に示す如く貨車上のスラップの中心迄のCとスラップ中心Sとが等しくない限りスラップを吊り乍ら θ なる角度を更へてブーム

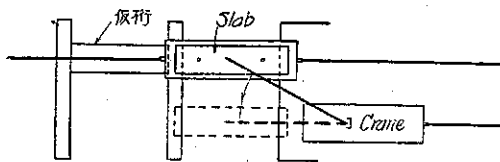


第三十一圖

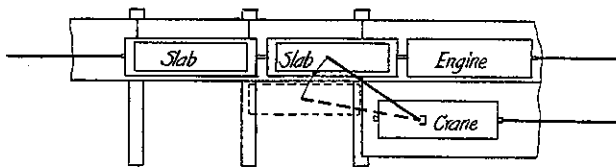
を動かさなければならぬ、之はスラップの重量に比してクレーンの能率が非常に大ならざる限り非常に困難なる事である、強いてCとSとを等しくするやう貨車の位置を定むればブームは90度より以上の水平角を廻さなければならぬ、之は日本の如く3呎6時のゲージの

ロコモティブ・クレーン(locomotive crane)では其安定上から云つても面白い事で

はない然し出来ない事ではない、たゞ出来ればこのブームの廻轉角度を60度内外に納めたい、この意味から寫眞第六十及第三十二圖に示す如く出来上つた橋脚の上に假桁を架けてこゝに貨車を押し込み(一)の場合と同様に横取りをする方が安全だと思ふ、寫眞に假桁がよく見えるであらう、假橋と云つても機關車を通るで



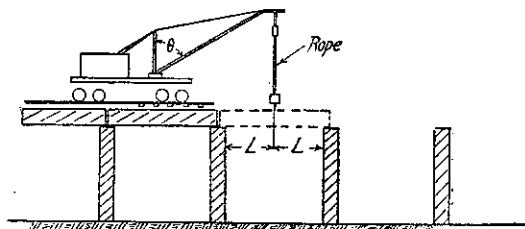
第三十二圖



第三十三圖

其上をクレーンが進んで行く、この實際は寫眞第六十一及第三十三圖に示した如きものである、之は高架線の實例ではないがこの方法でスラップを架設中の光景を示したものだ、貨車が先に架けられたスラップ上に押し込まれてあるのが知られやう。

さて架設に就て注意する事は指導者たるものは豫めクレーンのロープを卸ろして第三十四圖に示す如く之が全く橋脚の中心に来る様に即ち $L=L$ なる如く θ なるブームの角を決定する、之は前にも述べた通りスラップを吊てからこの垂直角 θ を



第三十四圖

變ずる事は能率上悪い事だからその前に正しく之を決定する、寫眞第六十に於て指導者が其距離を計り乍らロープを下げて見て居る處が知られやう、決定したる θ は之を動かさぬ事にして貨車の位置を都合の良い位置にもつて来て上のスラップのフックを引きかけて吊り上げ之を架設する迄は全く水平角の廻轉と吊り上げたロープを上下するだけに止める事を守

なしたゞ貨車を押し込むだけだから簡単なものでよい、どうせクレーンを使用するのであるから桁でも何んでも手輕に取り扱ふ事が出来るから次から次へと假桁をうつして行き、

架けたスラップの上をクレーンは前進して行く、斯くして一線が出来てしまへば今度は架けたスラップの上に貨車を押し込み之を横取りし乍らスラップを架設し、

變ずる事は能率上悪い事だからその前に正しく之を決定する、寫眞第六十に於て指導者が其距離を計り乍らロープを下げて見て居る處が知られやう、決定したる θ は之を動かさぬ事にして貨車の位置

らなければならぬ、 θ なる角度は橋脚の上になまくスラップが納まるやうに固定してあるのであるが、このまゝ貨車から吊上げれば必ずスラップは動搖する、之をさける爲めに豫め寫眞第六十二及第六十三に示した如くスラップのフックの處へ繩をとりつけておく、此繩は附近の固定したものに取付ておき漸次ゆるめながらスラップを吊上げて所定の位置にもつて來る、斯くて橋脚の中心に來たなら漸次クレーンのロープをゆるめ徐々に下げて行く、然らば θ なる角度は既にスラップの中心が橋脚間の中心に一致するやう定めてあるから自然とうまくそこへ下つて行く筈である、然し多少の偏倚はまぬがれないこの時は再びスラップを少しく吊上げて浮かし豫めフックにつけた繩を曳くか或は少しくスラップを押して所定の位置に架設せられる事となる、之を以て見ても指導者の熟練が如何に工事の進捗上必要であるか知られるであらう、殊に(一)の場合の如く列車の合間を利用して架設する場合は尙更である、寫眞第六十四及第六十五は架設の光景を明かにし寫眞第六十六はスラップを積んだ貨車を横におき之から横取りをして架設して居る全景である。

寫眞第六十七は架設したスラップの上へすぐ線路を敷いて貨車を押し込んだ處である、線路は枕木とレールを取付けたまゝ之をクレーンにて吊て敷設するから非常に早い。

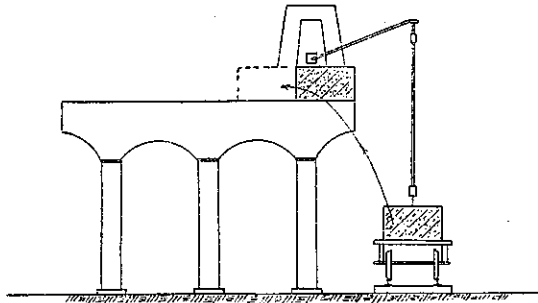
以上述べたスラップ架設に對して所要の人員は次の通りである。

(1) 指導者	}	クレーン	1 人
(2) 指導者助手			1 人
(3) クレーン取扱			3 人
(4) クレーン火夫			1 人
(5) 手傳			9 人
(1) 作業列車機關手	}	列 車	1 人
(2) 同 火夫			1 人
(3) 同 車掌			1 人
(4) ブレーキ・マン			1 人

合 計 19人

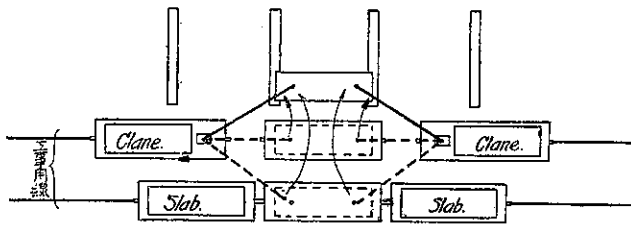
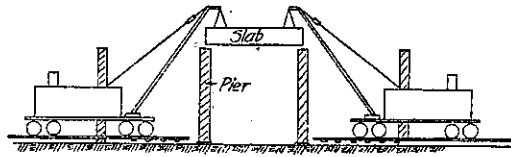
以上はイッノイ・セントラル鐵道の主として毎日私が現場で見學したものの例であるが、之はクレーンの構造が特別に大きいものであるからこんなに人が要る

が他の鐵道會社でクレーンを2臺使用して架設して居る處でも25人は越えて居ない、この手傳は線路の敷設も桁の架け方でも何んでもする、斯くして架設が終ればフックの穴は1:2のモルタルにて埋めてしまう。



第三十五圖

同じ市街線の例でも神戸の市街線の如く地上に一線あつて之を工事用列車線とする事が出来れば第三十五圖に示す如く下から吊り上げるのも亦一つ方法である、然し又2臺のクレーンを使用して第三十六圖に示す様に下からもち上げるのも亦一方法である。



第三十六圖

即ち工事用線が1線なれば二つのクレーンの間に貨車を持つて來るし、又2線の工事用線が許さるゝならば點線にて示した如く一層迅速なる架設が出来る。

斯くの如くして1線分のスラップが架設が出来たらその後はクレーンを高架線の上につつして横取りする

方がよい、即ち其後は寫真第六十一及第三十三圖に示したと同様の方法で進むがよい。

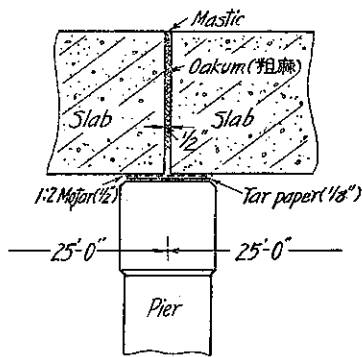
十 伸縮接合 (Expansion Joint)

コンクリートと雖も温度の變化によりて伸縮する事は一般已知の事であるが Precast Slab の施工上に之に備えむとする設備に就て以下述べる事とする。

(一) スラップと橋脚との取付け面

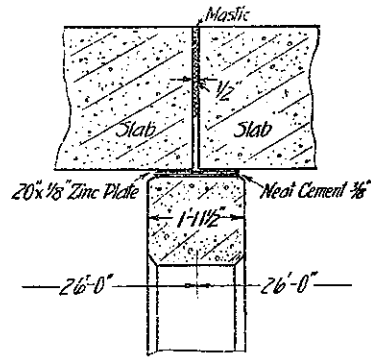
一般に踏切道改築に伴ふ架道橋は其徑間は大抵4以下である、この場合にはス

ラップと橋脚面との間に亜鉛板、鉛板等を敷く或は値段が安いと云ふ點からター・ペーパー (tar paper) を用ゐて居る處もある、日本では銅が安いから之を用ゐる事もよからう、そしていづれもなじみのよいやうに其間に 1:2 のモルタルか或はニート・セメント (neat cement) を敷いと居る、今其詳細を圖に表はせば第三十七及第三十八圖の如くである。



Illinois Central R. R.

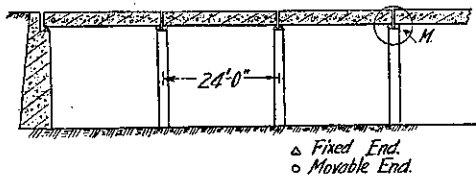
第三十七圖



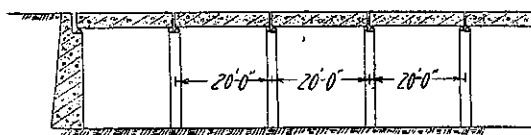
Chicago & North Western R.R.

第三十八圖

即ち第三十七圖はイリノイ・セントラル鐵道の例でスラップ架設に先だつて橋脚上、橋臺床石面にター・ペーパーを敷きこの上に圖の如くモルタルを 1/2 時計りの厚さにおく寫眞第六十に之がよく表はれて居る、ター・ペーパーを使用したものも其後悪い結果を來たして居ない、第三十八圖はシカゴ・ノース・ウエスタン鐵道の例である。



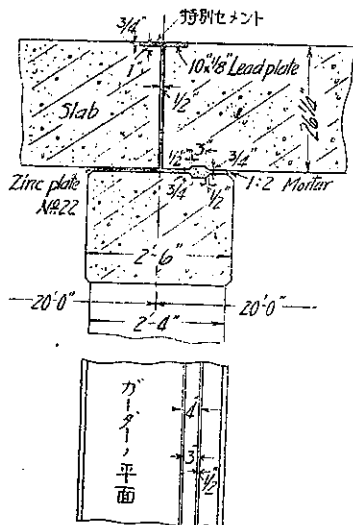
第三十九圖



第四十圖

徑間が 4 以下であれば以上の如くであるが市内の高架線の如く長い連続したスラップなれば別の方法をとらねばならぬ、當地シカゴ・ミルウォーキー鐵道では其高架線に次の二様の方式を應用した。

即ち第三十九圖は一つおきに橋脚の頭を固定、移動として行き第四十圖は一つの橋脚の頭に一方のスラップは固定一方は移動として



第四十一圖

行く然し固定するには第四十一圖に示す如き凹みをスラップの底面に作らなければならぬから Precast Slab の場合には其スラップ及橋脚頭部の型の一定と云ふ點から云つて遙かに第四十圖の方がよいと思ふ、即ちスラップの一端には 3/4 吋深さの凹みを作り橋脚の上面には其ガーダーの全幅員に亘りて同じく 3/4 吋深さの凹部を作る。

之れが施行は先づ橋脚のコンクリート打ちが終つて其上面を平面にモルタルにて仕上げる時其左半部には圖に示した如く亜鉛板の二十二番形のもののをせる、だからコンクリートがかたまる時は密着してしまふ、愈々スラップを架設する時に少しかたねりの 1:2 のモルタルを右の半部の凹部に

スラップの底面の凹部にも這入る分を加減して少し山盛りにしておく、それで早速其上にスラップを架設する、第四十一圖はスラップの底面と橋脚ガーダーの上面とが少しく隙がある様に見えるがこれは少し誇張したものである事を御承知願ひたい。

スラップ相互間には何もつめない、たゞ其上部には圖に示した如く凹形に添ふて鉛板をまげこんでおく、その上には伸縮自在の特別セメント (self healing bridge cement) をおく、このセメントはアスファルトと砂との混合した黒色のもので之を現場でとかして用ふるもので其混合の内容はパテントで發表して居ない。

Toch Brothers Co., 320 5th Ave New York City. が發賣元だ、然し何もこんなものを使用せずアスファルトでも又は後述するマスチックでも用ゐればよい。

日本に於ける現在工事ではこんな固着設備はして居ないやうだが地震國である日本では列車の振動と相俟つてこの設備を施す事が必要だらうと思ふ。

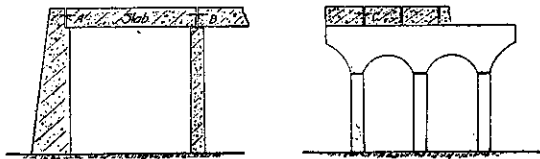
(二) スラップと橋臺床石面との取付け

之は一般架道橋の如く 4 以下の徑間であれば橋脚と全く同じ様にして居るがシカゴ・ノース・ウエスターン鐵道では 3/8 吋の厚さのニート・セメントの上に直接スラップをのせて第三十八圖の如き亜鉛板は使用して居ない。

次に連続した高架線の場合には第四十一圖に示した如く凹形を作つて密着せしめて居る、

(三) スラップ相互間

この相互間は大抵少しくあけてある處が多い、然し線路に直角の断面をあけておけば他の断面はあけない處もある、色々會社によつて違ふから次の第六表に之を列記しておいたが大抵その間隔は $1\frac{1}{2}$ 吋位である、そして橋臺と接する面は丈



第四十二圖

低 2 吋位之をあけておく、そして一般架道橋の場合にはこの間を大抵伸縮自在なる材料を詰込んでおく、即ち第三十七及第三十八圖に示した如く下の方は精粗麻 (oak-

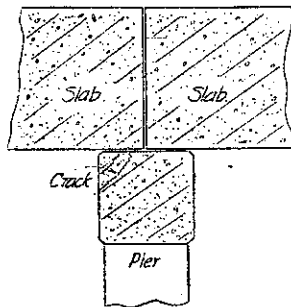
um) を詰め上部にマステック (mastic) をつめる。

第六表

Dimensions of spaces A, B, and C. in above figures.

Railroad company.	A.	B.	C.	Filler.
Illinois Central	2"	$\frac{1}{2}$ "	0	Mastic
Chicago Milwaukee & St P.	1"	$\frac{1}{2}-\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}-\frac{3}{8}$ "	" *
Chicago & Northwestern	2	0	$\frac{1}{2}$	"
Chicago Burlington & Q.	2	$\frac{1}{2}$	0	"
Chicago R. I. & Pacific	2	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	Asphalt
Pennsylvania, West.	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	"

* Chicago Milwaukee & St. Paul Railway Company, use 1 : 2 mortar as filler at A. on fixed joint in spite of mastic.



第四十三圖

さて之等の伸縮に對する設備をしなかつたら如何なる結果を來すだらうか、即ち橋脚の上に何もおらずに直接スラップを架設した時はどうだらう、如斯施行は實際見る事は出来なかつたがづつと以前シカゴ・ミルウォーキー會社でこの伸縮に對する設備を考えず施工した時代があつた、同會社の技師長ホールト氏は態々その當時の寫眞を出して説明して呉れたが第四十三圖の如く龜裂が入つて居た。

(四) 橋臺の伸縮接合

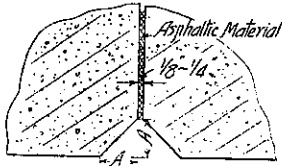
之は線路が2線位の處には設けて居ない、之より多くなつて鐵筋を橋臺に使用して之に備へて居る處もあるが一般には左右のウヱング (wing) の處に之を設けて居る。



第四十四圖

線路がもつと多くなれば真中とが1/3のところを第四十四圖に示した如く設けて居る、いづれにしても其強力を考へてその

場所を選定しなければならぬ、云ふまでもなくコンクリートの線を切るのであるから鐵筋を通してはならぬ、そしてこの間隔は大抵1/8より1/4吋位にしてこゝにフェルトの如き伸縮自在の材料をつめる事は日本と同様である。



第四十五圖

但し其表面の角は必ず丸みをつける事が必要で第

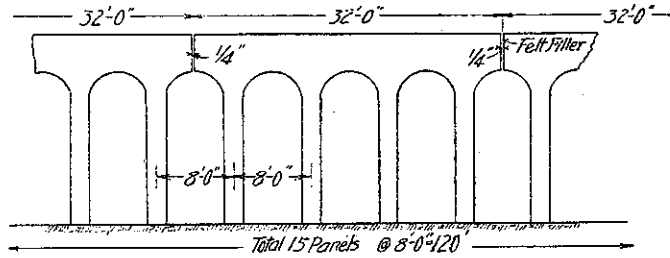
四十五圖に示したAに就て各鐵道會社の標準を示す事にする。

Chicago Milwaukee & St. Paul R. R.	1"
Illinois Central R. R.	1"~1" ¹ / ₄
Chicago & North western R. R.	1"~2"
Chicago Rock Island & Pacific R. R.	1"~2"
Pennsylvania R. R.	1" ¹ / ₄ ~1" ¹ / ₂
New York Central R. R.	1"
Chicago Burlington & Quincy R. R. Radius 2" Circle	

いづれも1吋より1"¹/₂吋位の處である。

(五) 橋脚の伸縮接合

之も長いものには必要とする、第四十六圖は其一例でシカゴ・ノース・ウエスタン鐵道の採用して居るものであるが32呎毎にそれを設けて1/4吋の隙間を作りこゝにはフェルトを詰めておく、尙この接合箇所にては一般にコンクリートの隅に丸みをつける事は第四十五圖と同様である、而し其隙間には伸縮自在の材料をつめておく。



第 四 十 六 圖

十一 防水工事 (Water Proofing)

防水工事に就ては章を改めて詳しく書いて見たいと思つて居るがこゝにはこの工事に關係したる事のみを述べておく。

(一) 一般 Precast Slab 上

先づスラップそれ自身に其上面に相當の勾配をつけて成る可く早く雨水を外部へ流し去らしむる事に努めて居る事は第七圖に已に表はしておいた、徑間60呎内外のものであれば斯くの如く中央より左右に勾配をつけて直接橋臺裏へ流し去る事が出来るが市街高架線の如く連続した長いスラップでは當地に於いて40呎より60呎毎の長さ毎に1箇所にとめて橋脚の處に鐵管にて流す事にして居る、この點は神田上野間の高架線と同様である、斯くの如く勾配をつけたスラップの上に防水工を施すのであるが之に就ては現今當地にては一定した方法がない、各鐵道會社とも充分研究して自分のものが一番よいと信じて居る、然し之を大別すれば次の3種の防水工と2種の防水保護工を組み合したものである、今之を詳しく説明して行かう。

防水工

(1) 現在日本で行はれて居る如く薄いフェルト・ペーパーを5枚位重ね合し各層の間には充分アスファルトを塗る。

(2) 充分アスファルトをしみ込ましたあつゝ麻布 (asphalt fabric) を2枚或は3枚重ね合しこの各層間には勿論アスファルトを塗る。

(3) 防水の効を全く現場でとかしたアスファルトに重きをおきこのアスファルトを相互に密着せしむる意味から穴のあいた麻布 (open mesh burlap) を3枚位用ゐるもの。

防水保護工

(I) 厚さ $1\frac{1}{2}$ 吋位のマスチックを防水工の上に施す、このマスチックには又色々あるが大體次の3種類に分つ事が出来る。

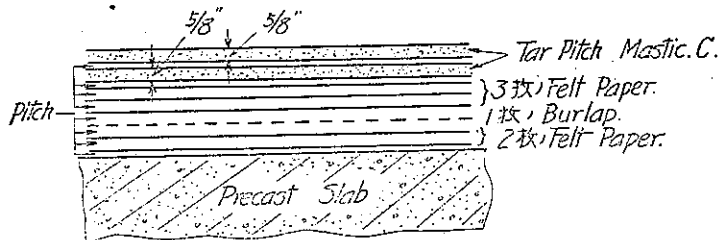
- (A) アスファルト・マスチック (asphalt mastic)
- | | | | |
|-----------------------|---|---|-----------|
| 砂 (sand) | 4 | } | by volume |
| アスファルト (pure asphalt) | 1 | | |
- (B) ター・ピッチ・マスチック (tar pitch mastic)
- | | | | |
|-------------|---|---|-----------|
| 砂 (sand) | 3 | } | by volume |
| ピッチ (pitch) | 1 | | |
- (C) ター・ピッチ・マスチック
- | | | | |
|----------------------------|---|---|-----------|
| 砂 (sand) | 2 | } | by volume |
| 砂利 ($1/8'' \sim 1/2''$ 大) | 3 | | |
| ピッチ | 1 | | |

(II) 厚さ1吋内外の鐵鋼コンクリートを防水工の上に施す。

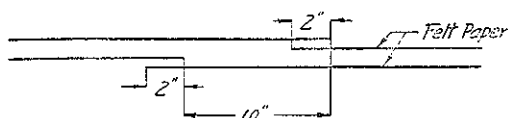
之等を組み合して施工するのであるがいづれを見ても其成績がよい、いづれを採用するもよいだらう。

たゞこゝに注意しておきたい事は防水工を完全ならしむるにはコンクリートの伸縮接合をよくする事である、伸縮接合と防水工とは之をとりはなす事は出来ない、一方が缺ければ必ず其處に何等かの缺點が生じて来る、一例を當地の高架線式貨物停車場としては有名なるスー・ターミナル貨物停車場(Soo Terminal Freight Station) にとつて話して見やう、この停車場は Precast Slab でないが全部をフラット・スラップ (flat slab) にて高架線式に作り上げたものであるが温度の變化に對する伸縮接合を考へなかつたところが今日各所にコンクリートに龜裂が這入り従つて其上の防水工も破れてこゝから水がもつて困つて居る事は當地コンクリート工學者の大いに注意して居るところである、次にスラップ上の防水設備を各鐵道會社の例に就て説明して行く事としやう。

第一、イリノイ・セントラル鐵道。(Illinois Central R. R.)(1)と(I)の組合せ。但し之等の各層の重ね合せ (over lap) は2吋とす、而して各接合は芋繼ぎを避けて少くとも其距離は10吋をあけるものとす、即ち第四十八圖に示す如し。



第四十七圖



第四十八圖

施行方法はスラッ
ブの表面を箒にて
はく若し非常によ
ごれて居れば水で
洗ふけれどもこの
水がすっかり乾い
てからでなければ

防水工を初めない、斯くの如く乾い
たスラッブの表面を一面によくピッチ
をぬりつけて其上にフェルトを張り
つけて行く、各層の重ね合せは圖示
の如く2吋とす、斯くして防水工を

すましたる上に防水保護工を施すのであるがこのター・ピッチ・マステックはピッチ
1, 砂, 2, 砂利 (1/8" より 1/2" 大) 3の割合のものとし之が造り方は次の如くであ
る。

『先づ釜の中にて砂と砂利を入れて之だけを熱する、手が入れられぬ程あつくな
つた處へ一方どろどろに溶したるピッチを入れて之をかきまわす』

このピッチは各フェルト・ペーパー間に塗るものであるがどろどろと云ふ程度は
どんなものかと云ふと餘り熱しすぎるとピッチから黄色の焰が出る、之が出ない
程度に熱したるものである。

斯くの如くして出来たマステックを一面にふりまいて之をよくかきならす寫真
第六十八には今マステックをかきならして居る處が表はれて居る、これがすめば
一面に砂をまきすぐ砂利を置いて線路を作り上げる。

之だけの工事をする材料は次の如くである。

防水工, 100 平方呎に就て

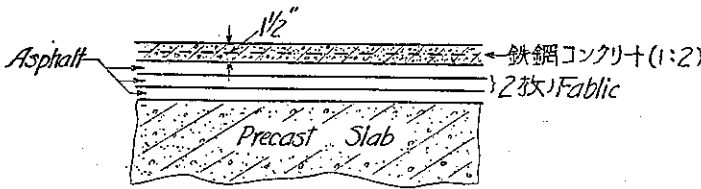
- (1) フェルト・ペーパー及バーラップはこの面積に重ね合せの餘裕を見て計
算す。
- (2) ピッチ 300封度

防水保護工, 100 平方呎に就て

- (1) 砂利 (1/8" より 1/2" 大) 0.33立ヤード。

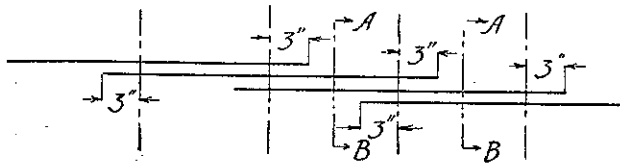
- (2) 砂 0.17立ヤード
- (3) ビッチ 350封度

第二、シカゴ・ノース・ウエスタン鐵道(Chicago & Northwestern Railway) (2) と(II)の組合せ。



但し重ね合せは
断面 A-B は常に 2
枚の fabric となる。

施工の方法は第一
の場合と同様なれど
もこゝでは各層間に



第四十九圖

ピッチの代りにアスファルト
を用ふ、但しこのアスファ
ルトを溶す時に温度は 360 度
を越えてはならぬ、餘りあ
つくなれば新しいアスファ

ルトの塊を入れて常に温度を之以下に保つ。

一般としての注意は

- (1) 防水工は華氏32度以下の温度に於ては施工してはいけない。
- (2) ファブリックは必ず低い方から張りつけて行く、架道橋にては橋臺裏から初める。

施工法は斯くの如くしてファブリックを張り最後のアスファルトを充分つめたら直ぐ其上に鐵網コンクリートを打つのである、而して其表面は滑かに之を仕上げて24時間は絶対に日光の直射をさける、之に少しの龜裂でも出来てこゝから水がもつて行くのを防ぐ爲めである。

これだけに要する材料は

防水工 100 平方呎に就て

- (1) ファブリック 面積に重ね合せの餘裕を見る
- (2) アスファルト 12.5ガロン

防水保護工

- (1) 1 吋孔の十八番線亞鉛渡金金網 100 平方呎

(2) 鐵網用コンクリート(1:2)

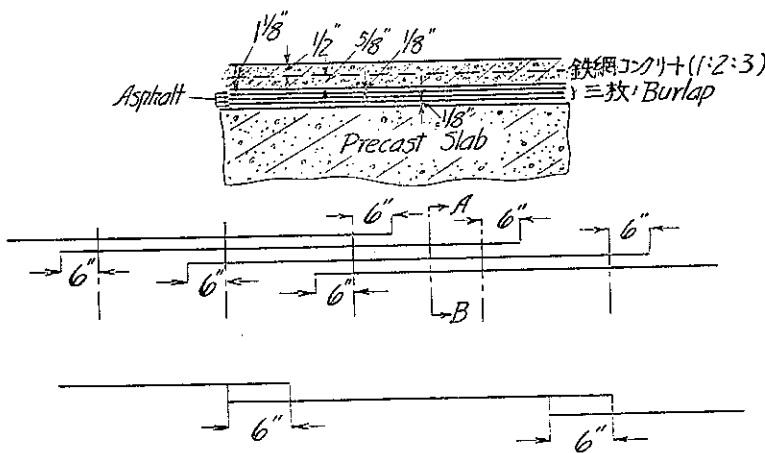
砂 14立方呎

セメント 7立方呎

第三シカゴ・ミルウォーキー鐵道 (Chicago Milwaukee & ST. Paul R. R.) (3)

と(II)との組合せ

尙ほ Canadian National, Canadian Pacific R. R. も之と同様の施行方法である。



第五十圖

但し重ね合せ (overlap) は次の如し。A-B 断面は常に3枚次に鐵網を重ね合せ、施工の方法は大體前と同様であるがこの第一回のアスファルトは充分厚く一面に行き互

るやうに塗る、この會社では殊に 1/8 吋の厚さと規定して居る、次に各層間も充分之をよく塗る、蓋しこの方式は防水の工を全く現場で塗る アスファルトに頼りたるオーバーラップはこのアスファルトヲ相互に密着せしむるためである、最後のも充分よくぬる、これも同様 1/8 吋と規定して居る、さてこの最後のアスファルトが冷えるのを待つてコンクリートを 5/8 吋の厚さに打ち次いで金網を敷きて更に 1/2 吋の厚さのコンクリートを敷き滑かに仕上げる、24 時間は絶対に日光の直射をさける、寫真第六十九はデトロイ市カナデアン・ナショナル鐵道にてオーバーラップを張りつけてゐる光景である。

材料

(1)鐵網 American steel wire Co. Style No. 032, 150 ft. roll width 42" 50' ~

58"

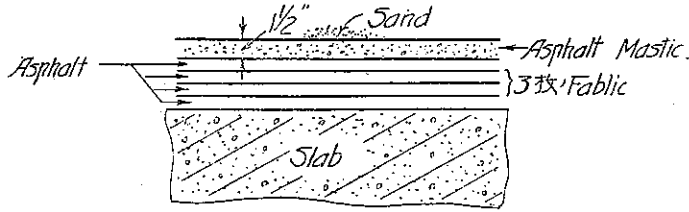
(2)コンクリート 1:2:3

但し砂利の大きさは 1/2 吋より小なるものとす

(3) バーラップ 802 open mesh.

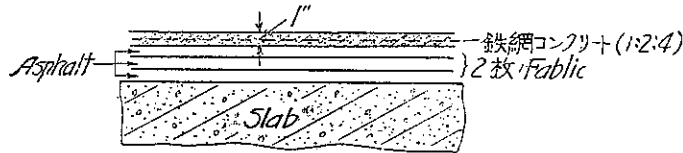
他の鐵道會社の施行の方法及重ね合せ等も大同小異であるから次にたゞ其略圖だけを示す事にしやう。

第四, ラカワナ鐵道(2)と(I)の組合せ。



第五十一圖

第五, ニューヨーク・セントラル鐵道(New York Central West.) (2)と(II)と組み合せ。



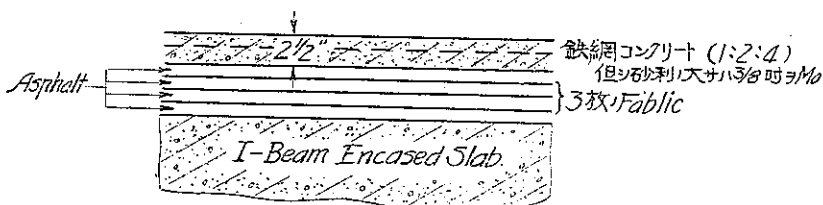
第五十二圖

New York Central R. R. East. (2)と(I)の組み合せ。



第五十三圖

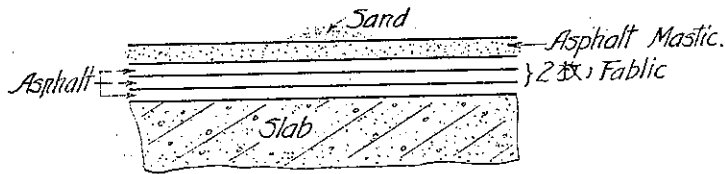
第六, リデング鐵道(Philadelphia & Redeing R. R. Pennsylvania System)(2)と(II)の組合せ。



第五十四圖

鐵網は十八番線にて4"×4"孔とす

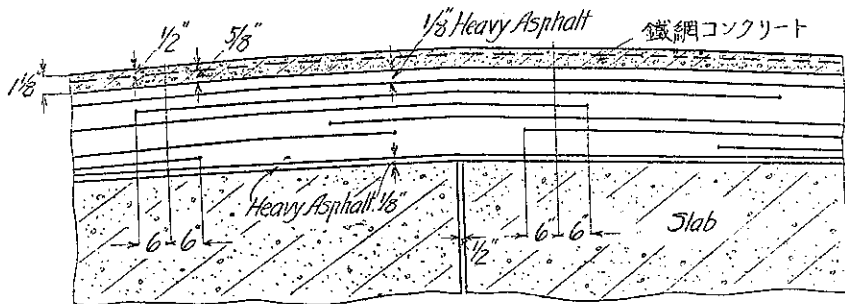
第七、バーリントン鐵道(Chicago Burlington & Quincy R. R.)(2)と(I)の
組合せ



第五十五圖

(二) スラップの頂上

次に架道橋の中心即ちスラップの最も高くなつた處はどうするか、之は特別の規定はして居ないが防水布は後の注意にもくはしく述べる通り必ず低い方から張り始めて來る、即ち架道橋の場合では橋臺裏から始めて來るもので、斯く兩方から張つて來たものは其中心にてかちあふ事となる、其重ね合せはよく注意しなければならぬ、シカゴ・ミルウォーキー鐵道だけは其詳細圖を示して之を規定して居るが次のものである。

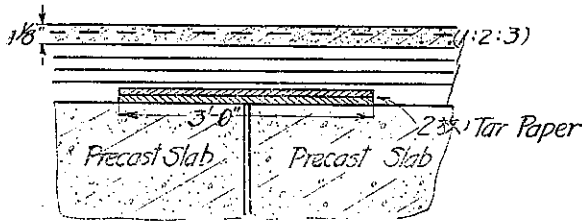


第五十六圖

(三) 高架線スラップの伸縮接合の處

一般の架道橋の場合には徑間が4以下であるからスラップの接ぎ目も外の處と同様であるが高架線の如き連続したスラップの場合に於ては少しく考えなければならぬ、然し當地にては Precast Slab を採用した高架線としてはたゞシカゴ・ミルウォーキー鐵道だけでこの線に就て述べる事にしやう。

即ち施行の最初に當りて幅3呎だけにアスファルトを塗らず2枚のター・ペーパーを敷く、勿論この2枚の間にもアスファルトは塗らぬ、而して其後の施工は一



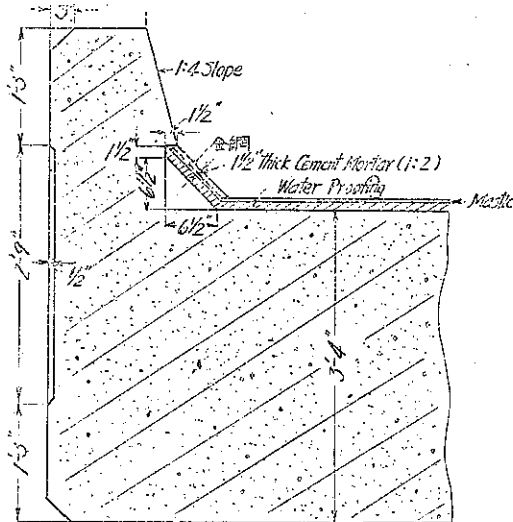
第五十七圖

尙この伸縮接合の上の構造は第四十一圖にも詳しく表はしてある、近來は専ら前の第四十一圖の方法を採用して居る。

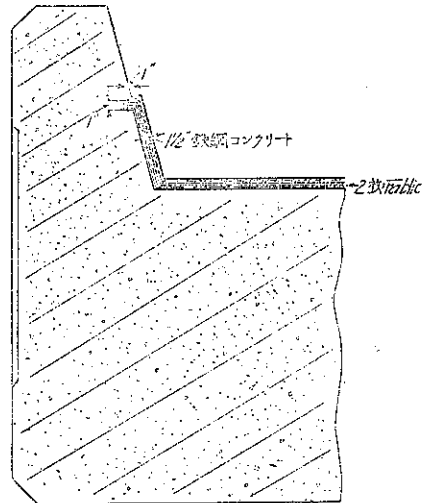
(四) パラペット

こゝは餘程注意しなければならぬ、パラペットには必ず凹部を作りおきこゝに防水布の端を終らして置く、今實際の例を示す事にしよう。

第一、イリノイ・セントラル鐵道



第五十八圖



第五十九圖

一般防水設備は全く第四十七圖と同様で其上に更に1吋半の厚さのセメント・モルタルを塗りつける、勿論其中に金網を埋め込んで置く。

寫真第七十は今其防水布をはりつけてある處である、そしてこの斜面は第五十圖に示した通りマステックはつけて居ない、たゞ防水布のみである。

第二、シカゴ・ノース・ウエスタン鐵道

こゝでは第四十九圖に示した防水設備をそのまま用ゐてゐる、その施行の有様

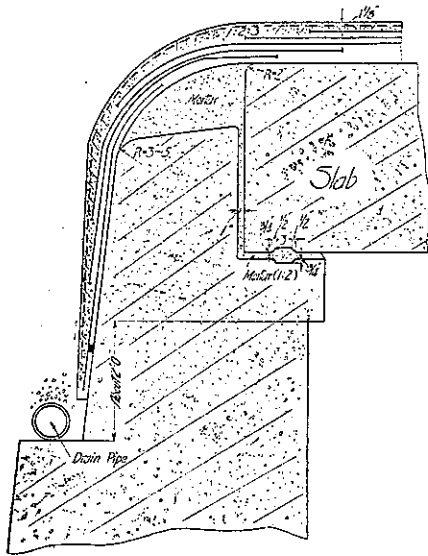
般の場合と同様である。

いづれ高架線として又項を改めて研究報告をかくつもりだからその時この項に就ては詳しくかく考であるが第五十七圖は第三十九圖のMの處の詳細である

は第五十九圖の如くである。

(五) 橋臺裏

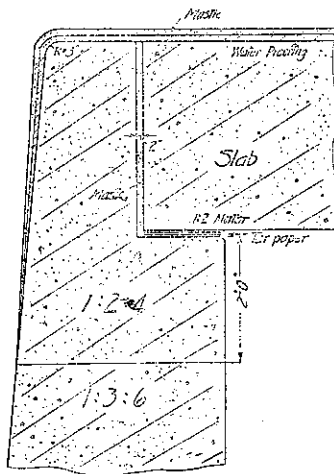
米國の各都市の架道橋の下でよく注意して見たが新しく出来たものは見られないが古い架道橋ではかなり水がしみ出して橋臺面に汚く流れ出して居る、之は其施行が未だ充分研究せられなかつた時代のものであるから無理はない、即ちいくらスラップの上計り注意して防水工を施しても水はみんなスラップと橋臺との接き目から出て来るのである。



第六十圖

東京驛の地下道の白い煉瓦の處によく水のしみ出すのを見受けるけれども或はこの爲めではあるまいかと思はれる、最近各鐵道とも充分この橋臺裏の防水工に注意して來た。

第六十圖はシカゴ・ミルウォーキー鐵道の設計の標準圖である、即ち第三十九圖に示した橋臺の詳細である、思ひ切て下の方から其防水工を初めて居る、併せて水ぬきの土管も置いてある、寫眞第七十一圖はこの鐵道と同様の型式の防水設備を施して居るカナデアン・ナショナル鐵道のデトロイ市の改良工事の防水の現況だ、今一枚のバーラップを張りつけ次のバーラップを張りつけるに先だちてアスファルトをぬつて居る處である。



第六十一圖

次に示す第六十一圖はイリノイ・セントラル鐵道の例である防水工の詳細は第四十七圖と同様である又防水保護工のマスチックも同會社の一般と同様であるが、念の爲めに重ねて申しておくがピッチ 1, 砂 2, 砂利 3, 但し砂利の大きさは 1/2 吋以下 1/8 吋迄として居る、そして裏面のマスチックはつけ難いがつける事が出来る迄つける事にして居る。

(六) 防水工施工上の注意

施工に就ての注意をこゝに一纏めにしておいて見やう、大體に於て各會社とも同様である、尙この注意に就ては直接ニューヨーク・セントラル鐵道 (New York Central Railway) の設計技師長のウェルター氏 (Mr. H. T. Welty) に就て聞いた事が多い、同氏は米國の各鐵道會社間に於ても防水工の大家として認められて居る人である。

(1) 防水工は如何なる場合に於ても氷點以下に於て施行してはならない。

(2) アスファルト、或はピッチいづれも釜で溶す時に其溫度を注意しなくてはならぬ。大體に於て 360 度を越えない事にしてゐる殊にピッチを用ひる時はこの溫度に非常に注意を要するものである、之即ち溫熱によりて其防水上必要なる成分が蒸發してしまふからである、新たに材料を釜に入れるか或は火を弱くするかしていつも 360 度位を保つ事に注意する、之より高く熱すると黄色の焰が出て来る、即ちかきまわして居るうちに水蒸氣の中に黄色の焰が出て来る、之は已に過熱された證據であつてそれより尙熱すればもう防水としては何等效の無いものとなつてしまふ。

(3) コンクリートの表面は施工に先だちて必ず之を箒にてはく、若し突起があれば之を削りつつてしまふ。

(4) 第一回のコンクリートの表面に敷くアスファルトは一面に行き亘る様充分注意する鐵道會社によりて之を 1/8 吋と規定したのも全くこの爲めである。

(5) アスファルトを塗りて防水布を張付る時決してシワがあつてはならぬ丁寧之を押しして密着せしむる。

(6) 防水布は必ず低い方から張り初める、架道橋の場合には橋臺裏から初めて線路に直角の方向に卷いた防水布を擧げて行く。

(7) 最後の防水布の表面に塗るアスファルトも亦充分注意してよく行き渡らせる。

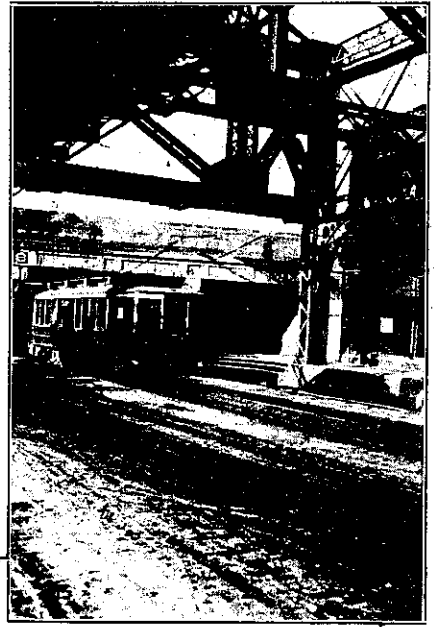
(8) 保護工、即ちマスタックにても鐵網コンクリートにても防水工が終つてすぐ連續して施行する。

(10) 尙橋床面より早く水を除去する意味からスラップには傾斜をつけ又橋臺裏には裏込を入れ更に排水土管を敷く事は非常に有効のことである。(完)

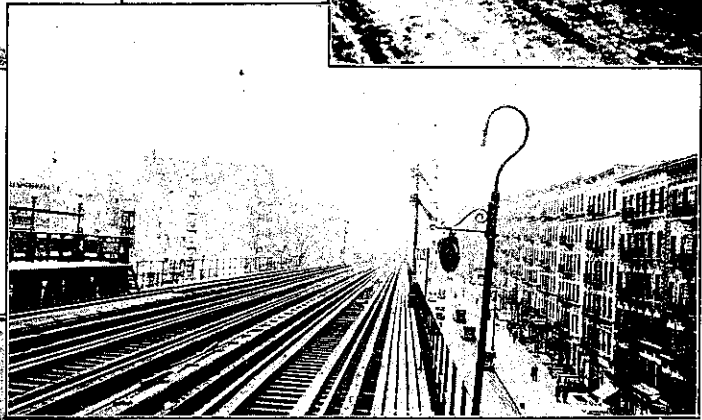
寫真第一



寫真第三



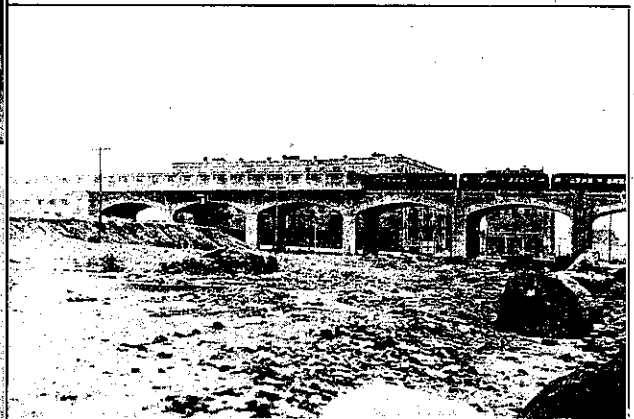
寫真第二



寫真第四

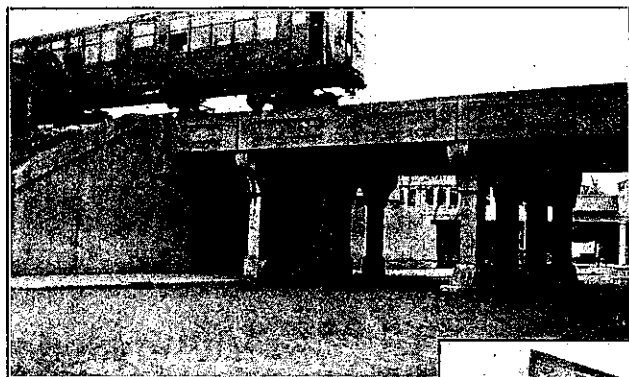


寫真第五

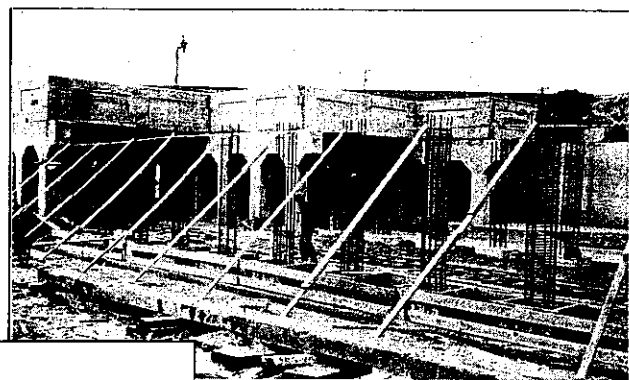


620-1

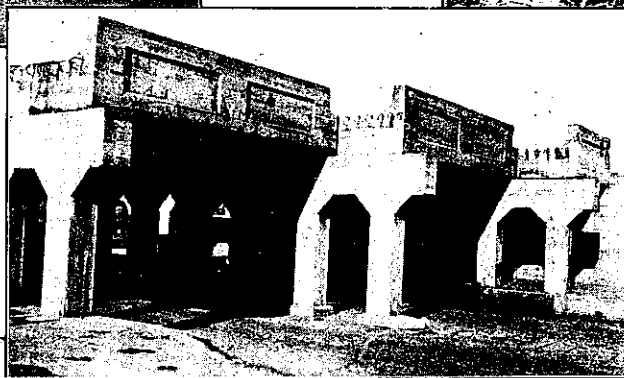
寫真第六



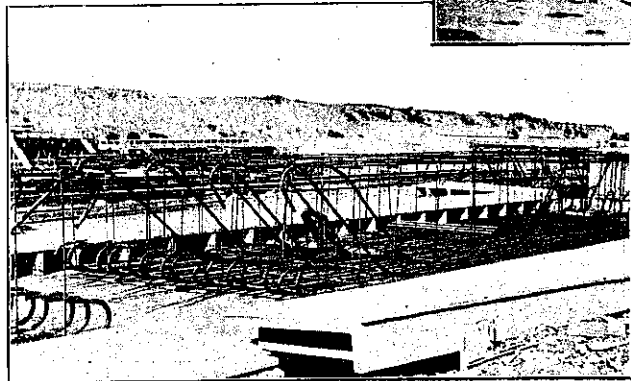
寫真第七



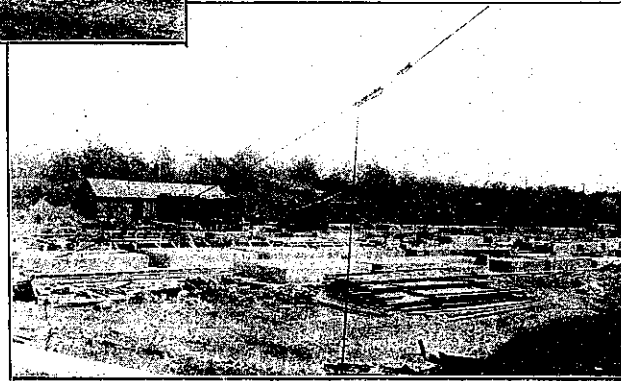
寫真第八



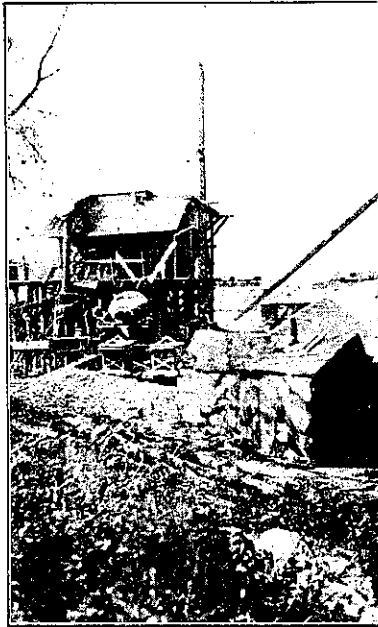
寫真第九



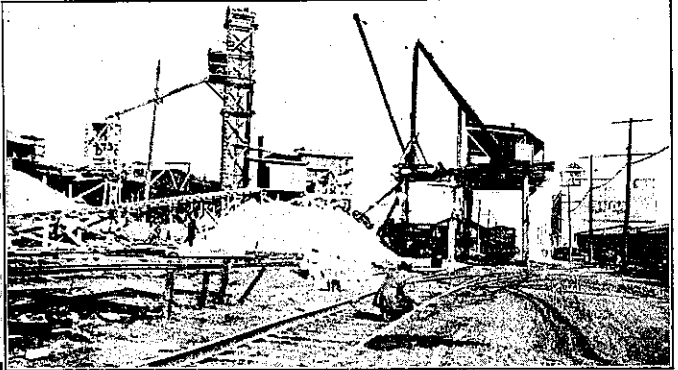
寫真第十



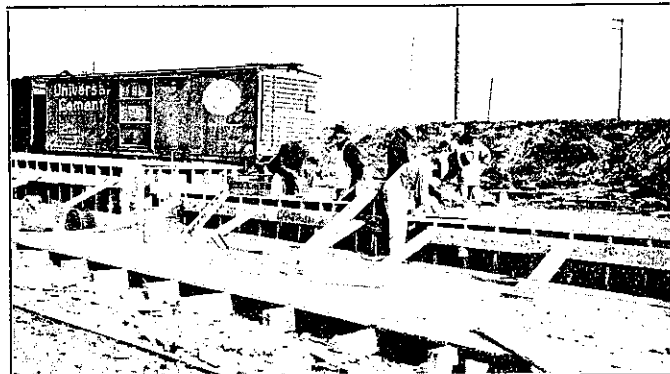
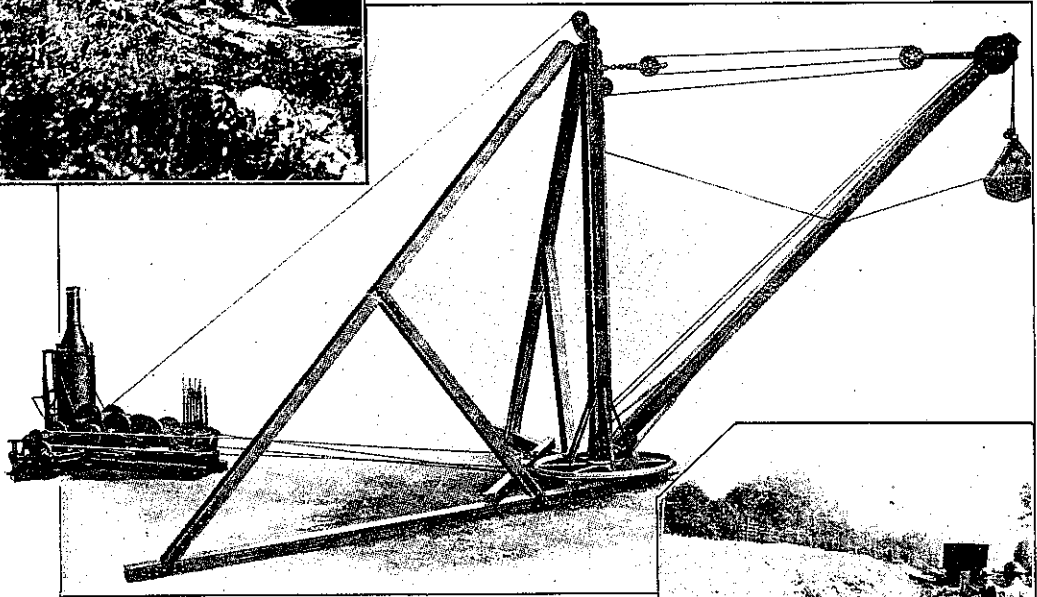
寫真第十一



寫真第十二ノ一

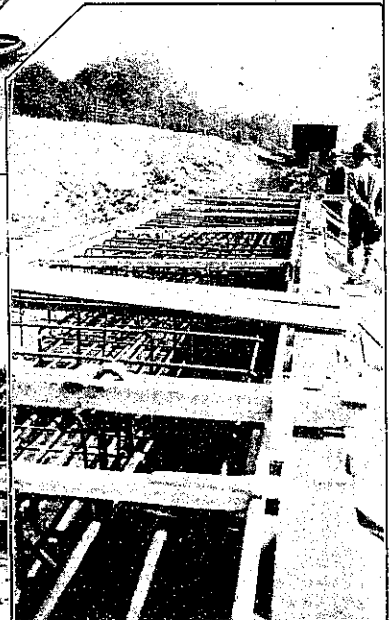


寫真第十二ノ二



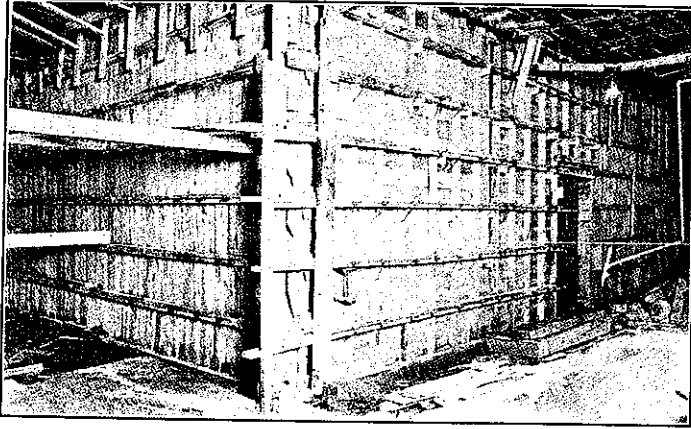
土木學會誌第十一卷第三號附圖

寫真第十三

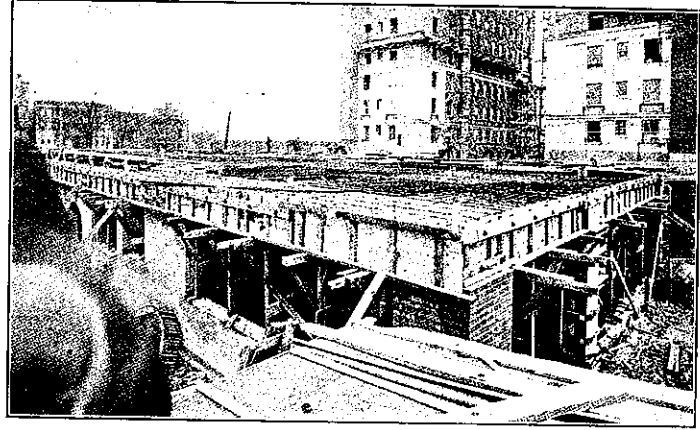


寫真第十四

寫真第十五



寫真第十六



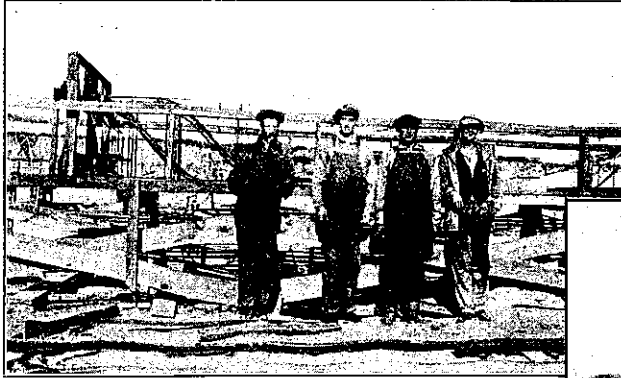
寫真第十七



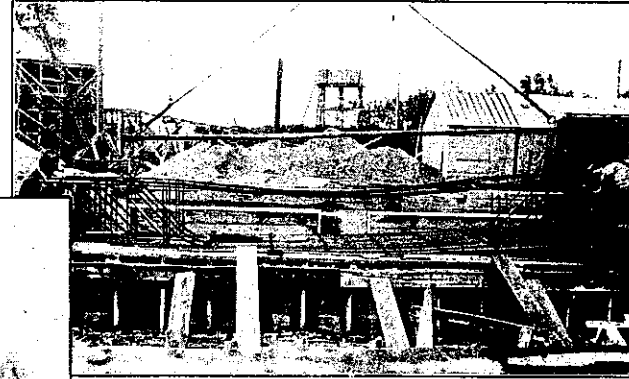
寫真第十八



寫真第十九



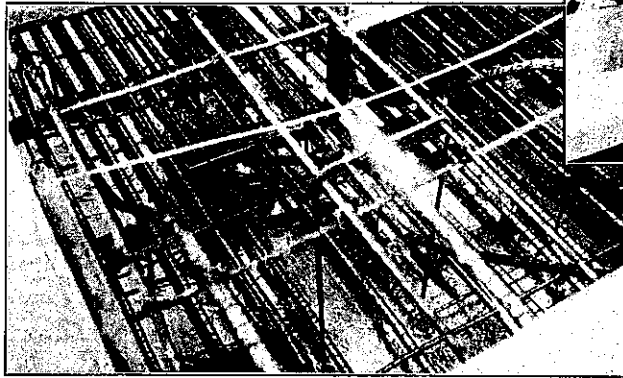
寫真第二十



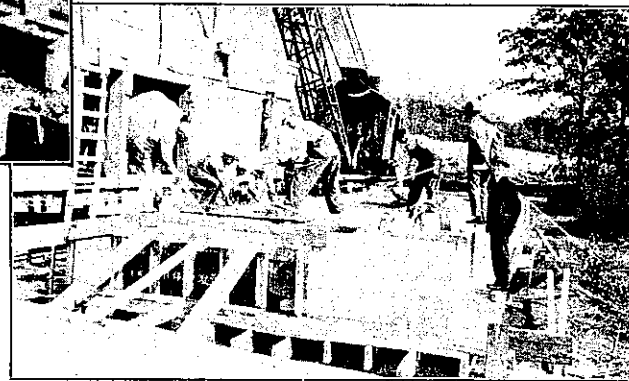
寫真第二十二



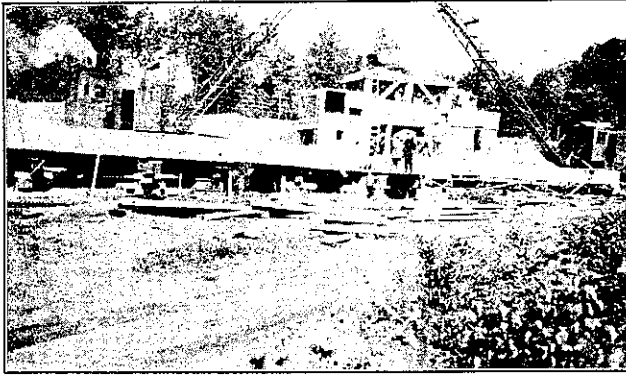
寫真第二十一



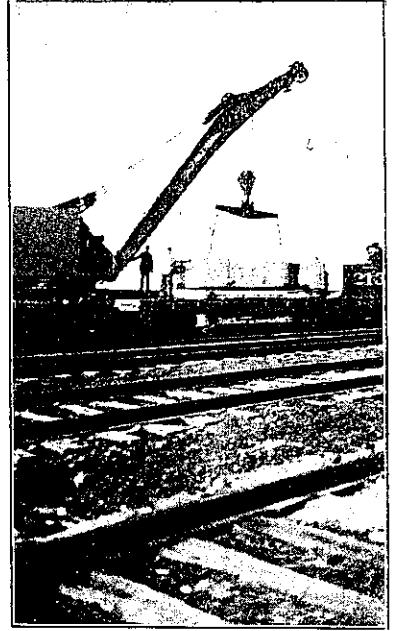
寫真第二十三



寫真第二十四



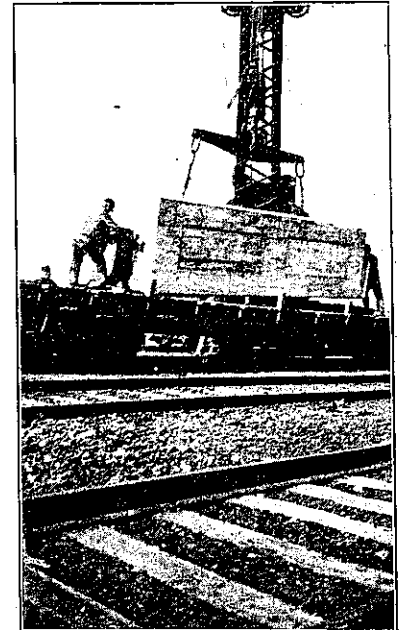
寫真第二十七



寫真第二十五



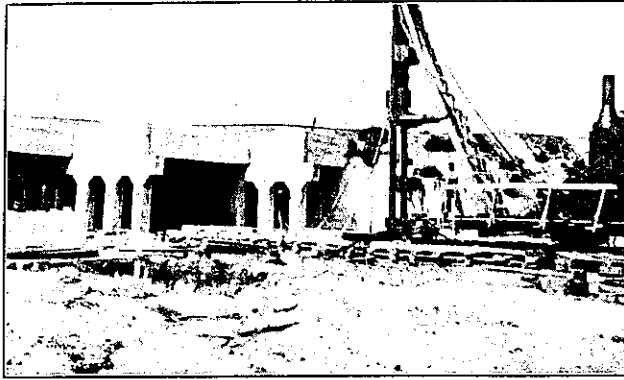
寫真第二十八



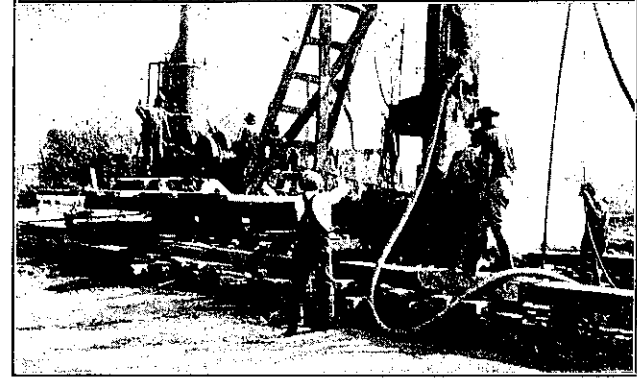
寫真第二十六



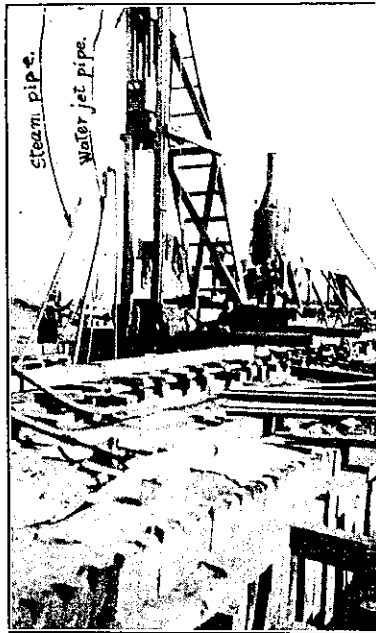
寫真第二十九



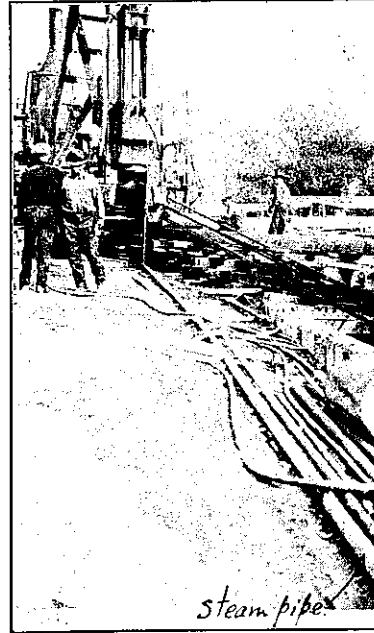
寫真第三十二



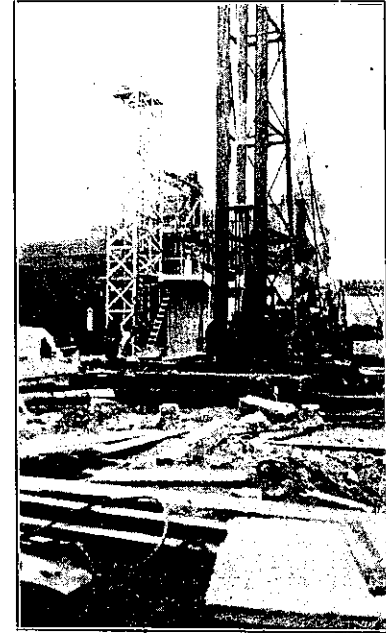
寫真第三十



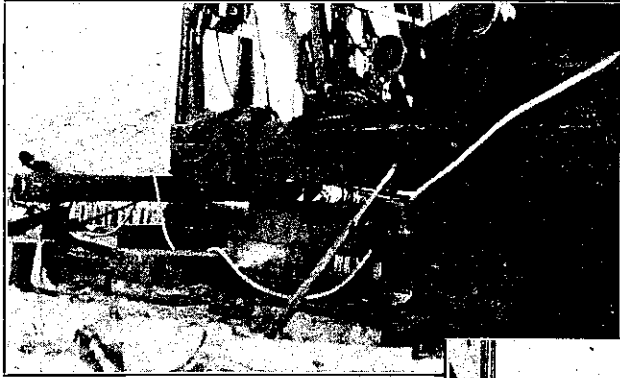
寫真第三十一



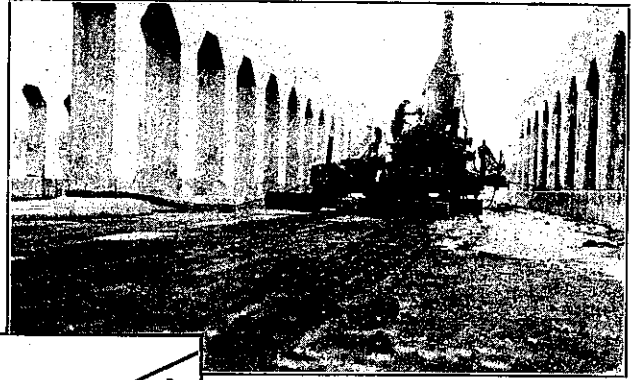
寫真第三十三



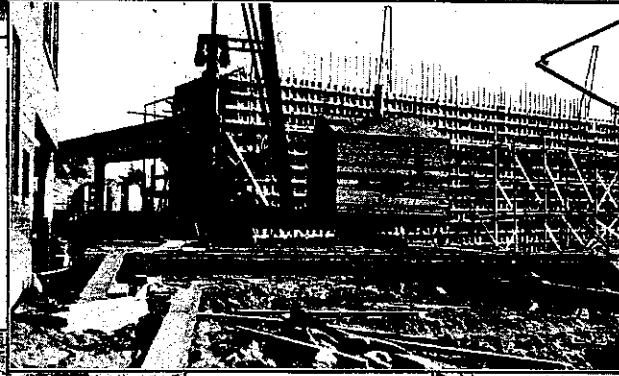
寫真第三十四



寫真第三十五

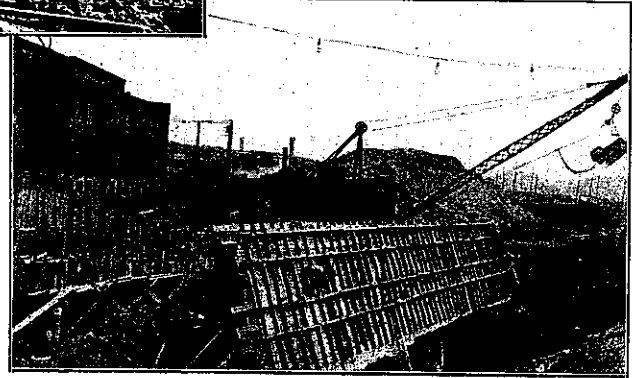
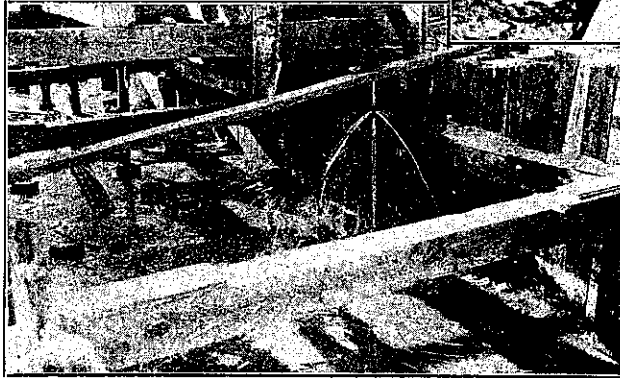


寫真第三十八



寫真第三十六

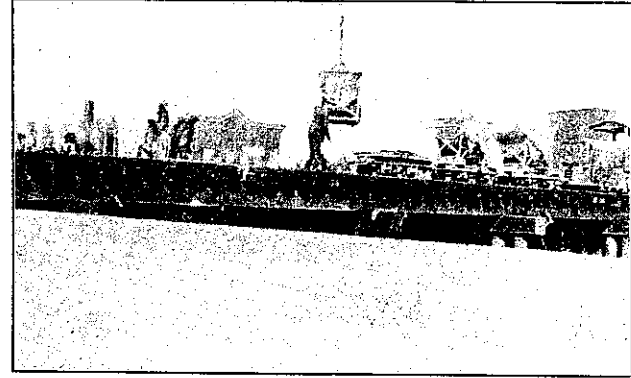
寫真第三十七



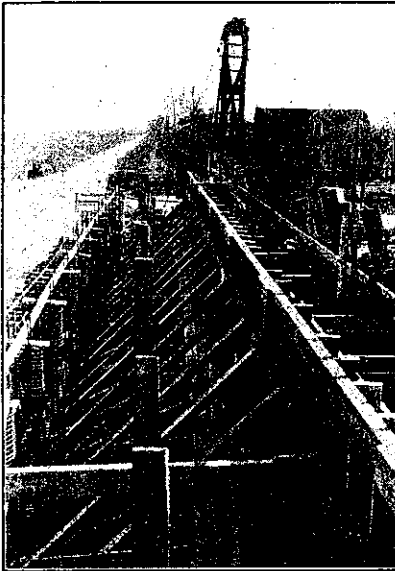
寫真第三十九



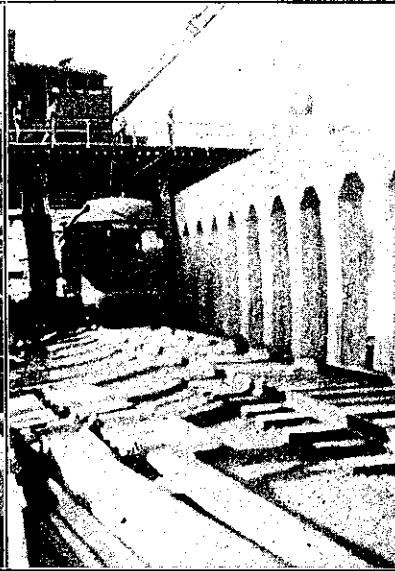
寫真第四十一



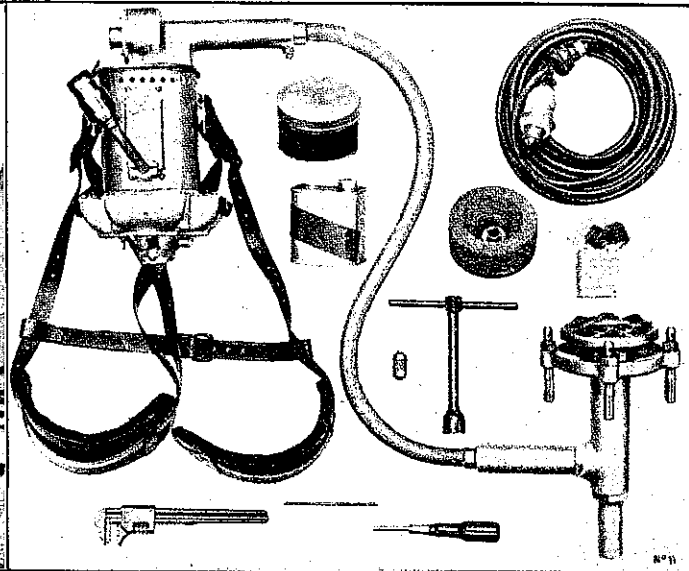
寫真第四十



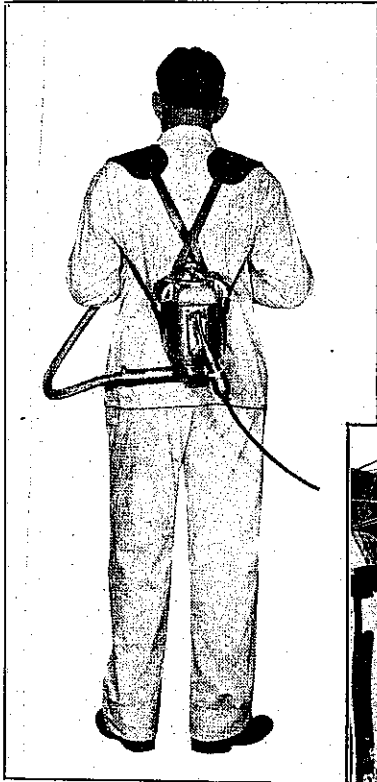
寫真第四十二



寫真第四十三



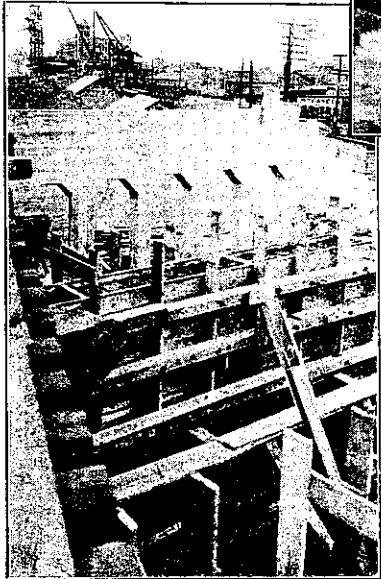
寫真第四十四



寫真第四十五

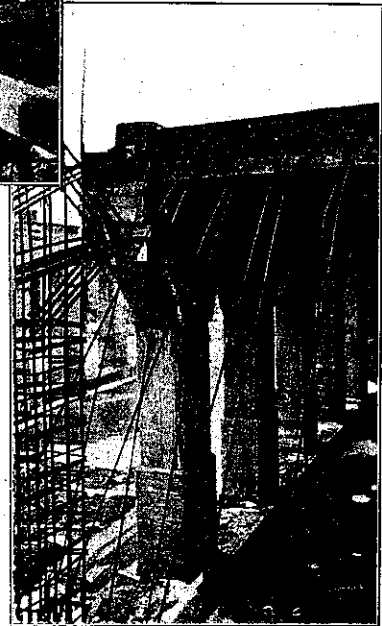


寫真第四十七



寫真第四十八

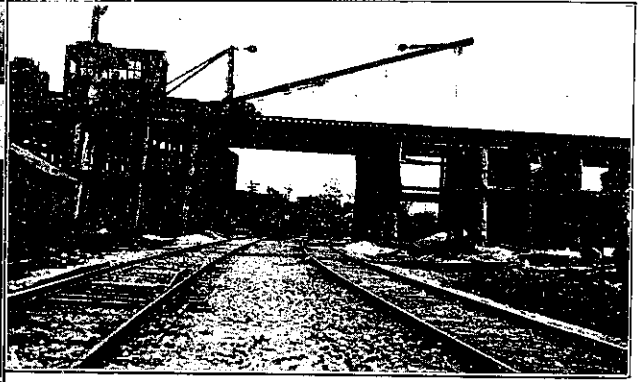
寫真第四十六



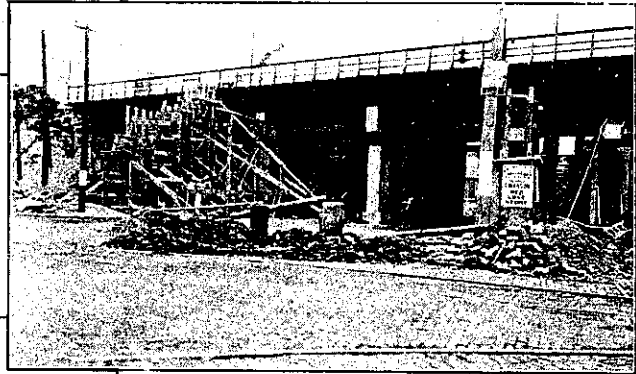
寫真第四十九



寫真第五十一



寫真第五十二



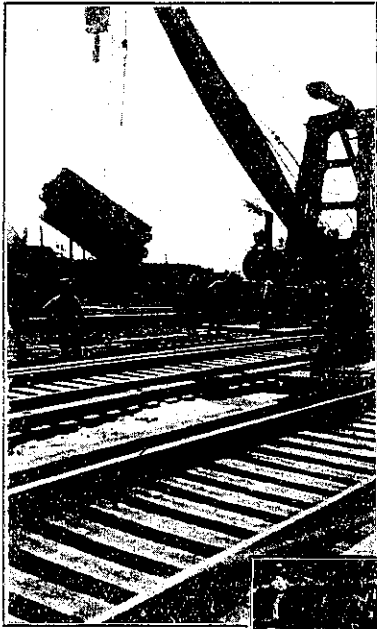
寫真第五十



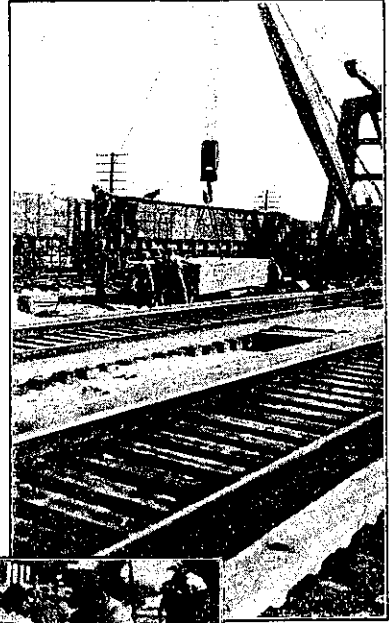
寫真第五十三



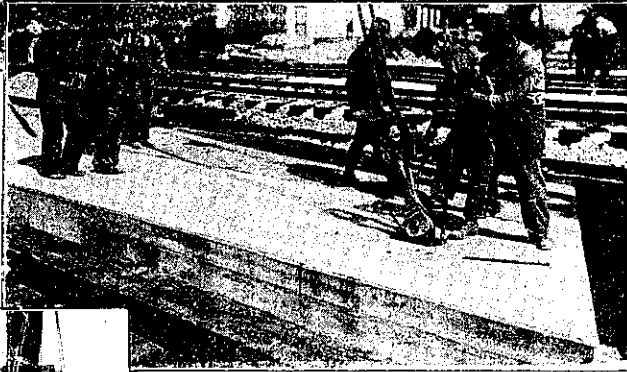
寫真第五十四



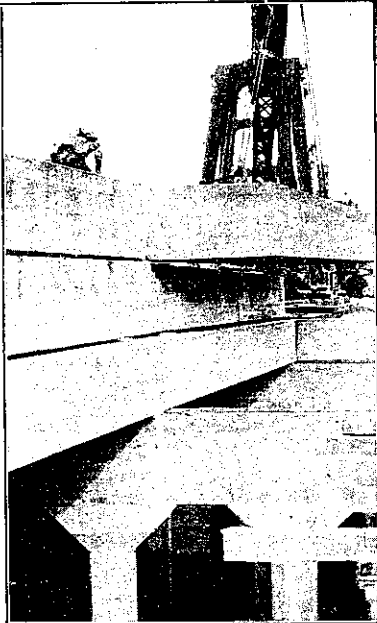
寫真第五十六



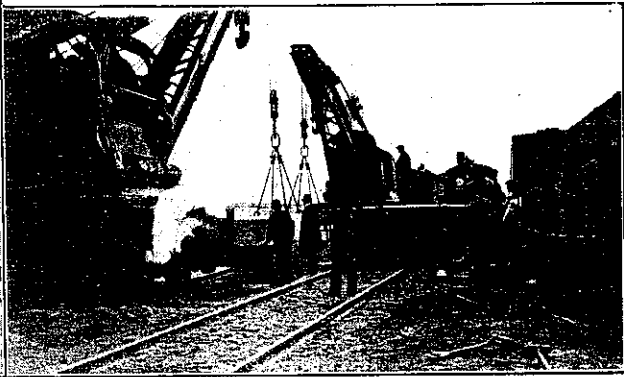
寫真第五十七



寫真第五十五



寫真第五十八



(土木學會誌第十一卷第三號附圖)

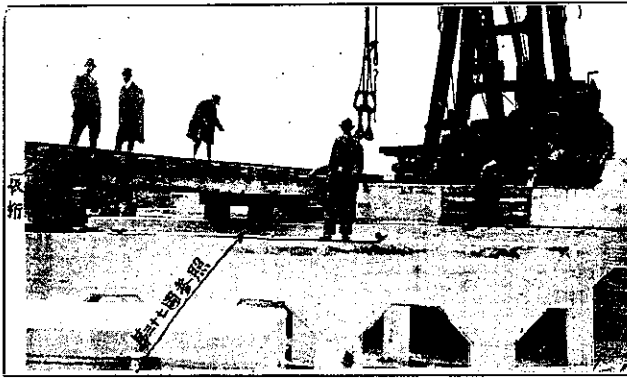
寫真第五十九



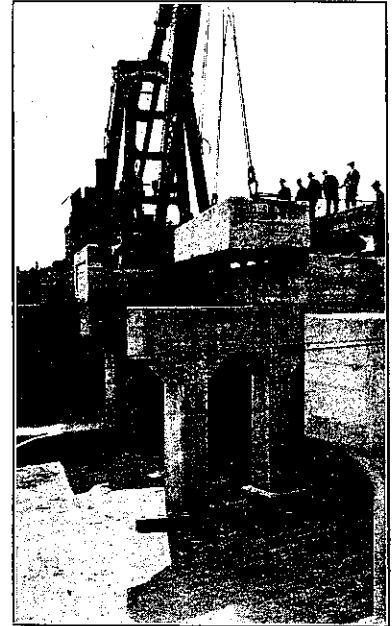
寫真第六十二



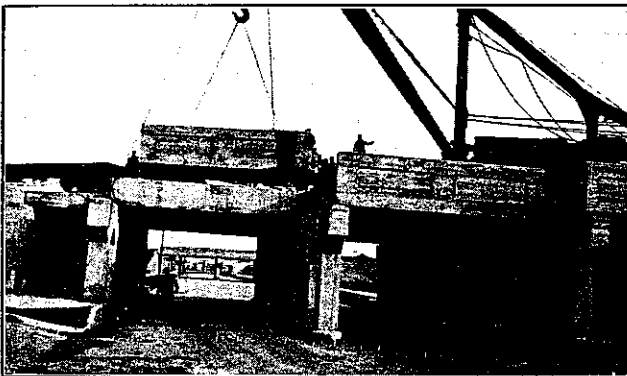
寫真第六十



寫真第六十三

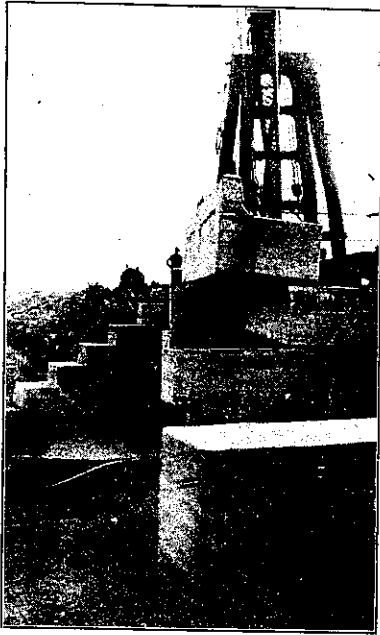


寫真第六十一

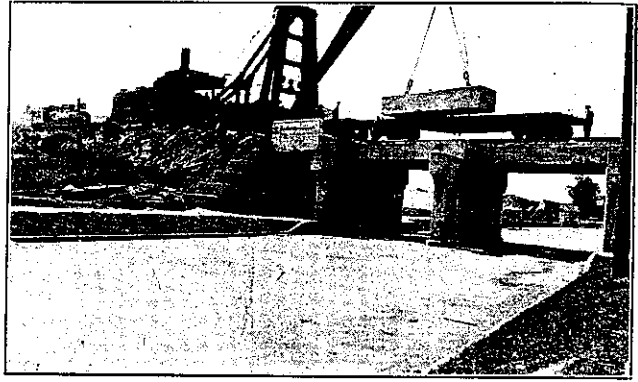


(土木會誌第十一卷第三號附圖)

寫真第六十四



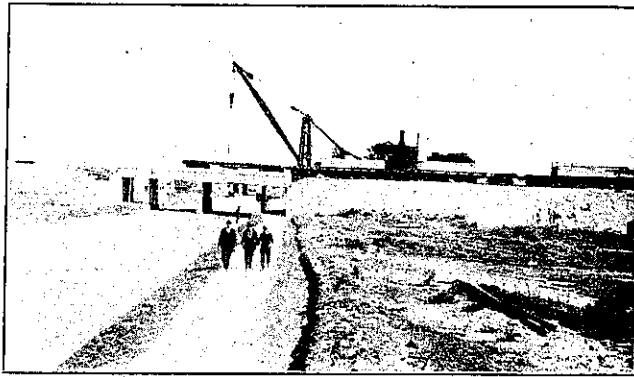
寫真第六十五



寫真第六十七



寫真第六十六



寫真第六十八



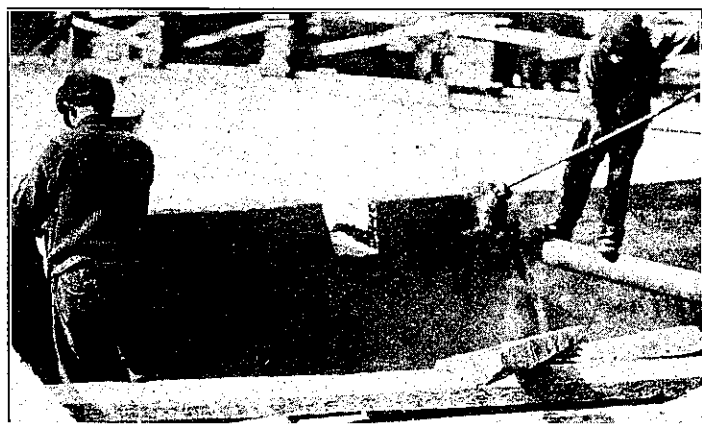
寫真第六十九



寫真第七十



寫真第七十一



(土木學會誌第十一卷第三號附圖)