

(1) STEEL WORK ハドソン橋塔頂端附近。各塔には約50萬本のリベットが打たれてある。

---

## ハドソンリバー・ブリッジ

---

### 經間3.500呎、世界最大の二階式吊橋

#### — 第三回工程報告書 —

紐育のパー教授から、最近我が那波光雄博士のものと、目下架設中のハドソン橋第三回工程報告書がおくられた。博士の好意、依つて本號に之を掲載す

る事が出来た事を喜びたい。尙此の工事の第一回報告書は本誌第五卷一月號、第二回目(第五卷七月號)に夫々掲載した處である。(清水幸一郎譯)



(2) 鋼索架渡中のハドソン橋。(紐育側)

第二回報告以後工事の進捗顯著にして、紐育岸及ニュージャージー岸の橋塔基礎は二基共、1928年に竣功し、翌年五月にはニュージャージー岸のケーブルの基礎を完成した。(同年三月には紐育岸の同一基礎の第壹期工事を完了) 鐵骨橋塔も同年六月に兩岸共に完成した。

吊下用ケーブルの製作も順調に進行し、現在に於ては26,000噸、即ち全所要量の92%を完成する事が出来た。紐育岸のアプローチ取付道路工事の妨害となる建築物の取毀ちも、本年參月を以て終了し、一方詳細に渉たる設計の研究も、亦紐育岸及「ニュージャージー」岸の橋梁に至る道路の設計も、紐育市ニュージャージー州並に港務局間に完全なる交渉の一致を見、圓滿に解決を遂げた。

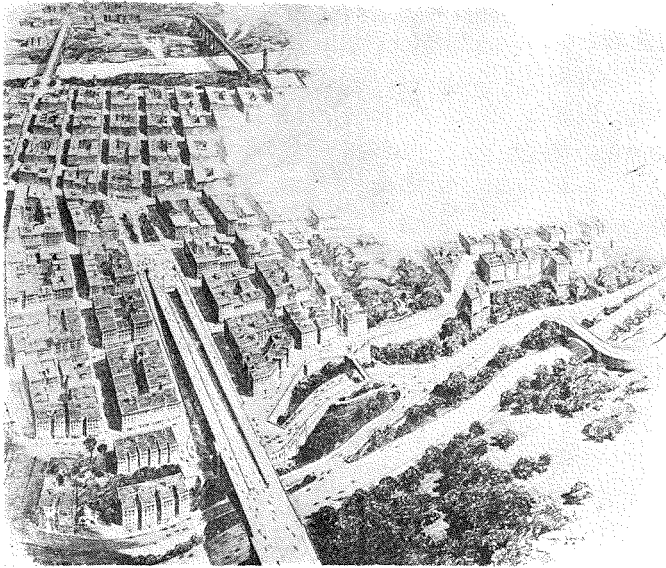
現場に於ける工事の進行と共に、材料即ち

特殊なるコロムセクションは言ふに及ばず、リベット・ボルト等に至る迄の試験、アプローチ(取付道路)及び橋梁に於ける道路等の研究は、U.S. Bureau of Standards と U.S. Bureau of Public Roads と協力して、巨細に渉る點迄成し遂げられた。且つ橋梁課も自らジャージーシティーに實驗室を建て、種々實驗等をなし研究に資した。

斯くの如くハドソン橋の工事は凡べて着々工程表以上の進捗をして居り、工費も計算金額以内に於て今日に至る状態だから、優に昭和七年の春には、此の橋梁の使用を開始するものと確信されてゐる。

#### 1 紐育市側より橋梁への「アプローチ」設計

(道路の設計に就て米國に於ける常に右側通行なる事を記憶して讀まれたし)



(3) 紐育側取付部と道路との聯絡。

紐育市と橋梁課と共同して設計し、特に橋梁主體が附近の風景に對して不快ならざる様建築的に調和を圖つて設計せられた。尙研究さる可き設計事項は次の四項目であつた。(添附圖参照)

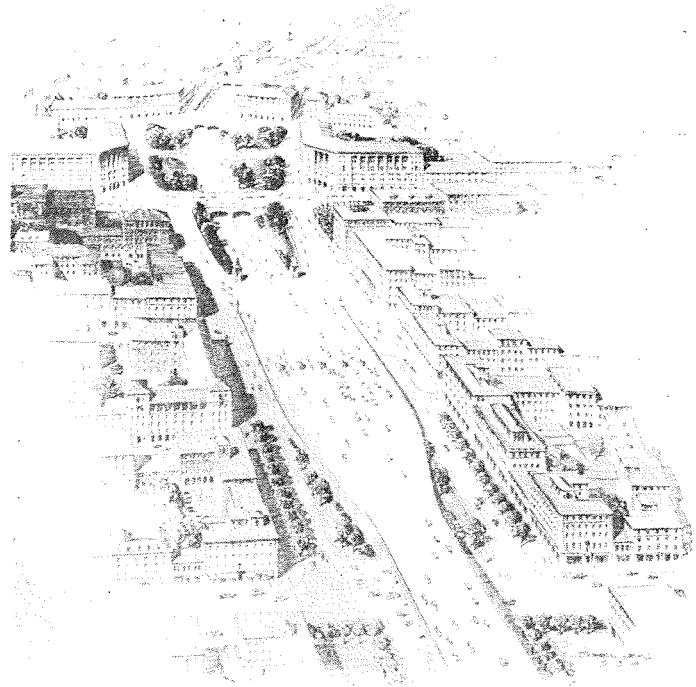
(イ) 西178丁目及西179丁目間の「フォートワシントン」街の西側に在る斜登攀路(Ramp)廣位 Plaza)と道路の聯絡、(ロ) 位置に於ける「フォートワシントン」街とブロードウェイ街との聯絡、(ハ) 「ヘーブン」街の西に於ける「リバサイドドライブ」と「アブローチ」の聯絡、(ニ)アムステルダム」街と「アブローチ」との「トンネル」に依る聯絡。

以上の四項に對する設計の條件は「橋梁への交通」「橋梁よりの交通」は相互に斜斷せざる様にし、坂路に於ける交叉は絶対に避ける事、勾配は

6%を限度とし、從來の道路の系統を出來得る限り亂さざる事等である。

(イ) フォートワシントン街の西に於ける登攀路廣場及道路の聯絡。

これは主として次の諸道路より成る、即ちワシントン公園内紐育側のケーブルアンカーブロック脇よりバインハースト街に至る幅員 145呎の斜登攀路フォートワシントン街とバインハースト街の中間の廣場及び橋梁上の道路と同じ高さの兩側に在るヘーブン街より廣場に至る二道路である。斜登攀路は三つあり其の内二つは橋梁の兩側に在つて副員30呎及び 6呎の歩道よりなり、廣場より河に向つて傾斜をなす。第三の道路は橋梁の道



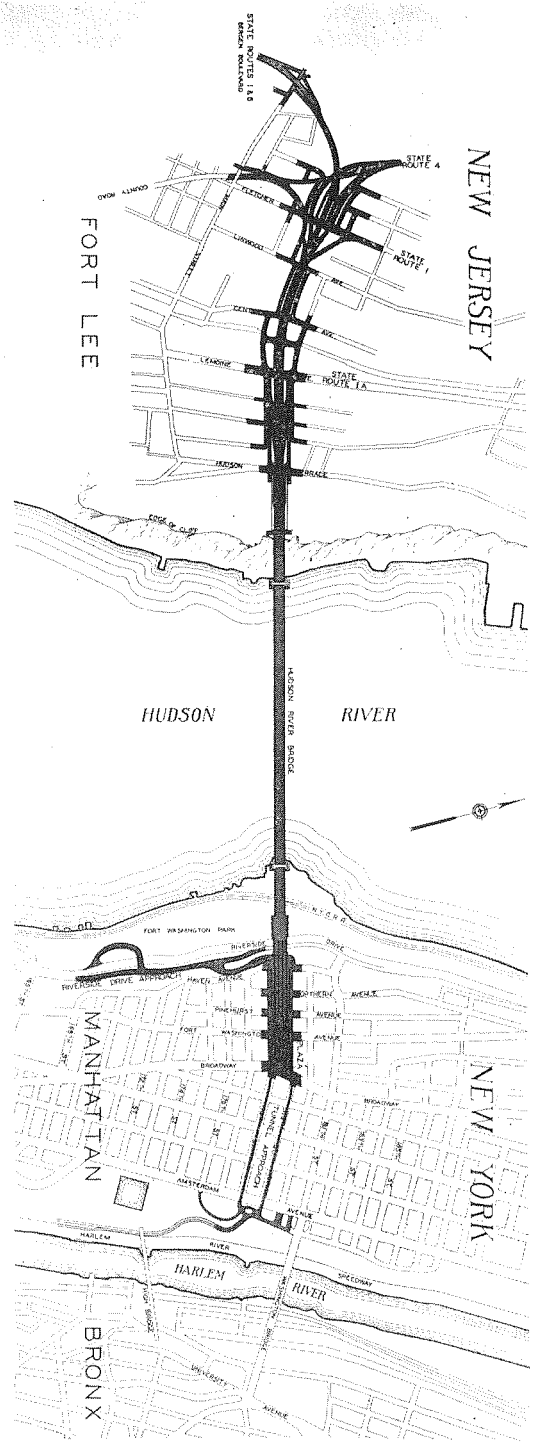
(4) ニュウジージー一節に上。

路の中央に在つて、副員58呎ブラザの地下をトンネルにて通過し勾配 3.8%の上り板となつてブロードウェイ街に出る。ヘーヴン街及ブラザ間のアプローチは橋梁の兩側共に副員30呎にして西178丁目及同179丁目の現在の勾配に従つて構築される。是れ等の通りと中央斜登攀路 (Central Approach) との交叉點に於て直接兩側の斜登攀路と中央路と聯絡し、斯くして必要に應じリヴァーサイドドライブより來る自動車或はリヴァーサイドドライブに向ふ自動車の混雜を防ぐ爲めブラザを通行せしめず直ちに中央路に向はしむる事が出来る。

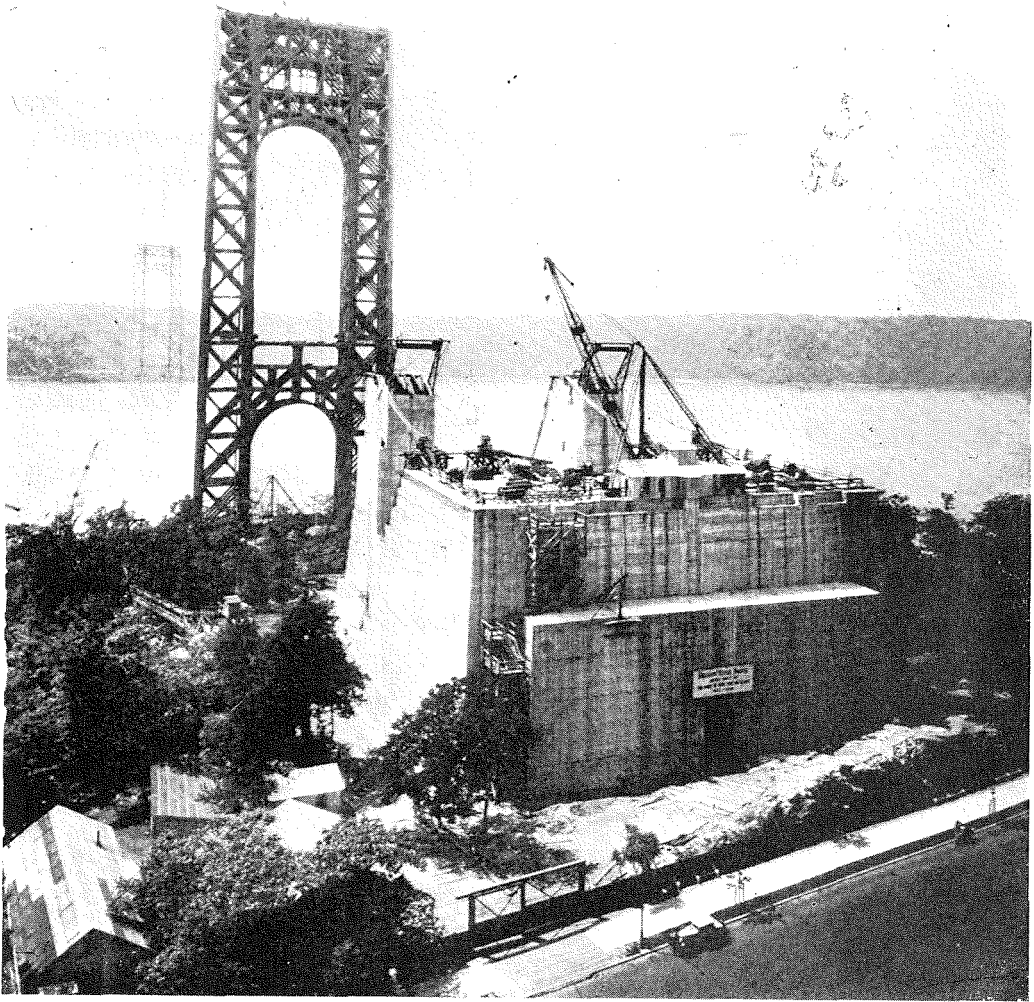
(ロ) フォートワシントン街とブロードウェイ街との聯絡。フォートワシントン街の地下のブラザに於て西178丁目と同179丁目の中間より副員40呎の斜登坂路は東に向つて登りブロードウェイ街の西に於て表面に出で同街と聯絡する。但し此の工事は橋梁の交通開始後迄延期される豫定である。橋梁のブラザ附近に於て道路の容量を増加せんが爲めフォートワシントン街とブロードウェイ間に於て178及び179丁目の道路は60呎乃至80呎に副員を増加する計畫である。而して橋梁の交通開始の間に會ふ様、第一期工事として道路は6呎づゝ増幅される。此れは西178丁目及び179丁目の歩道を9呎に減ずる事に依つて道路の幅員が増加されるのである。

(ハ) ヘーヴン街の西に於けるリヴァーサイドドライブとの聯絡。

リヴァーサイドドライブよりの聯絡は數本の道路に依つてなされる、即ちこのやうにして完全にオフバウンド (橋梁より來る交通) とオンバウンド (橋梁に向ふ交通) とを分離せしめ、且つリヴァーサイドドライブに聯絡する個所の斜面一叉を避けしむるのである。リヴァーサイドドライブに依り南方より橋に來る自動車は西168丁目の南方約200呎の點にて右側の道路に入り現在のサーヴィスストリートを利用して橋梁に向ひトンネルを以て橋下を通過し上流側に出で、西179丁目の斜登坂路



(5) ハドソン橋兩岸取付部附近圖。



(6) 組立完成せる紐育側橋塔。吊棧橋のロープ架渡しが始まる處である。

に依り橋梁上に至る。北方よりリヴァーサイドドライブにより橋に向ひ来る自動車は一度橋梁下を通過して西 169丁目の箇所迄下り右に折れワシントン公園内の新道を経てリヴァーサイドドライブの上部を西 171丁目の箇所にてスパン 120呎のアーチ橋にて越し、前述のサービスストリートによるアプローチに聯絡する。橋梁より來りリヴァーサイドドライブにより南方に行かうとする自動車はブラサにて右に折れ西 178丁目のアプローチロードウェイを通過してヘーブン街に至り、オンパ

ウンド道路上を越して河側に出で、サービスストリートによるオンパウンド道路に合し、右側を通り西 171丁目の所に於て右に折れリヴァーサイドドライブの上を前述のアーチ橋にて越し、更にワシントン公園内を通り、西 168丁目にてリヴァーサイドドライブに合す、即ち北方よりリヴァーサイドドライブに依つて橋梁に向ふ自動車の逆コースを用ひるのである

リヴァーサイドドライブにより北方に向はんとする自動車は前記の道路を來り、西176丁



(7) 試験場内に於ける混凝土應壓強度試験體の山

目の所で右に折れリヴァーサイドドライブに西 177丁目の箇所にて聯絡する。斯くの如く西177丁目よりワシントン公園を経て、リヴァーサイドドライブに出る地點に至る間の道路はオフバウンドとオンバウンドの交通併用にして同一道路を利用する。但し必要に應じカーブ Curb に依り交通を完全に分離する事が出来る。此の道路の幅員は二三を徐く外凡べて30呎となし、三列の自動車を通過せしめても充分の餘裕がとつてある。サーイズストリートは特に現在の幅員40呎を50呎乃至80呎に増加し、且つ道路間の空地は此れを小公園にする計畫である。

(二) アムステルダム街の東方面より橋梁に至るトンネルによるアプローチ

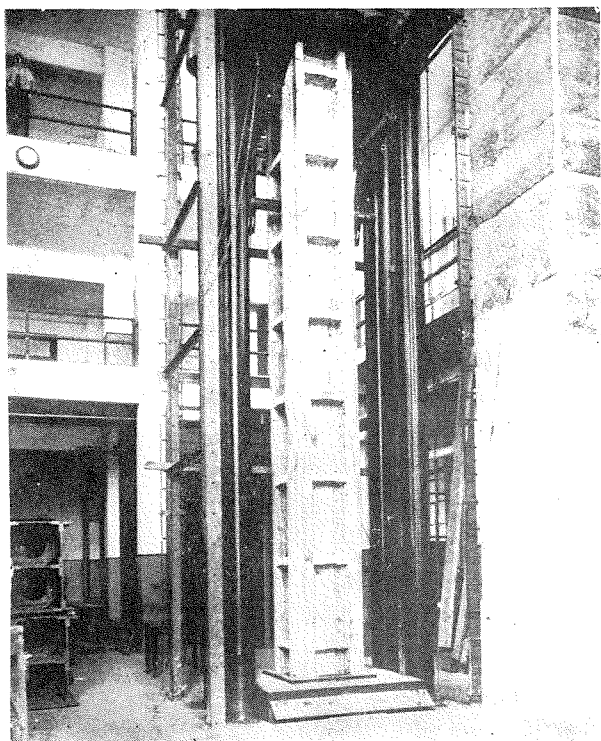
トンネルは二列の自動車の交通に充分なる様設計され、フォートワシントン街の西方橋梁下部プラザよりアムステルダム街の東ハイブリッジ公園に至るもので、一本は西 178丁目の地下、他の一本は西 179丁目の地下に合し、前者は橋梁の交通 始以前に完成される

豫定だが、後者は開始後二箇年以後に完成される計畫である。

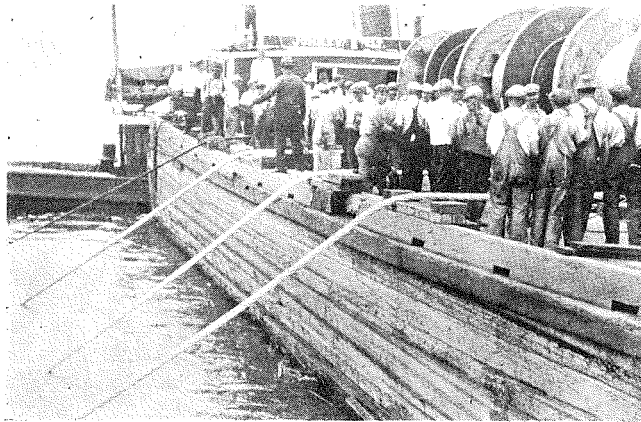
## 2 ニュージャージー州側のアプローチの設計

1927年の四月に提出された設計に依ればレモイン街とアプローチとの交叉點に圓型の廣場を作り其れより各方面に分岐せしむる豫定であつたが後に至り設計を變更し各道路の横斷に依る交叉を避け、又廣場に依る分岐も廢止し、勾配を個々に變更する事により

直接に各道路に聯絡する様に設計された。即ち橋を渡りし後ハドソン河の絶壁よりハドソンテレスの上部を越へてレモイン街の東部にて道路の高さを地表と同じくして同街に聯絡する緩坂路を主體とする。此の道路のレモイ



(8) 同上、14萬封度試験機にかけられた試験塔柱。



(9) 河底に横へられたメーンスパン吊棧橋のロープ。 検査を擔當し、壹百萬封度のユニヴァー  
ン街に聯絡する手前に渡橋棧を徴收する事務  
所の在るプラザがあり、此のプラザよりレモ  
イン街を始めハドソンテレス及び同街とテレ  
ス間に在る數箇の道路と直接聯絡される様設  
計されたプラザより西に向ひ主體となる道路  
は下り坂になつてゐて、レモイン街を始め更  
にリンウッド及びフレツチャー街の下部をト  
ンネルにて通過し州道 (State High way) 第  
一第四及び第六號に聯絡し各西南北に通す。  
トンネルにて横斷する前述の各街とは諸所に  
於て中央路と聯絡なす如く設計された。

兩岸に於ける各道路とハドソン橋との聯絡  
は大體以上の如くなる。

### 3 交通並に收入に關する研究

ハドソン河を横斷する交通に對し綿密なる  
調査の上ハドソン橋を利用する交通  
を想定し橋棧の收入を見積つて見れ  
ば、渡船場の各月の記録は勿論1929  
年の十月より調査員を派遣しバッテ  
リーよりダイクマン町間の總べての  
ハドソン河上の渡船及びホランド河  
底トンネルを渡る諸車の發着點並に  
臺數を調査せしめつゝ、在るが現在に  
至るまでの記録に次りよの如き結論  
を得る事が出來た。

(a) 1926年二月報告以後 紐育  
ニュージャージー間の交通は豫想を

遙かに凌駕して増加しつゝあり。

(b) 報告書記載の1932年に於  
ける交通量の豫想は一見膨大なる  
が如きも同年に至れば河を渡る交  
通の量は橋梁の開通に依り増加さ  
れ、事實に於ては内輪の數字であ  
らう。

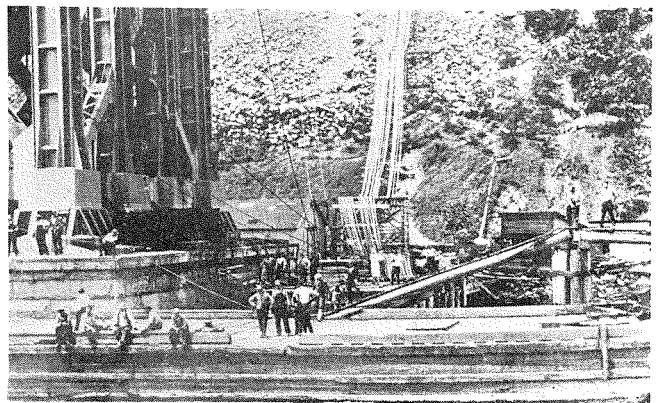
### 4 検査及び調査

港務局に關する總ての工事の檢  
査及調査の爲めジャーシー市に鐵  
骨2階建の研究所を1929年に建て  
た此の研究所は主としてテスト及

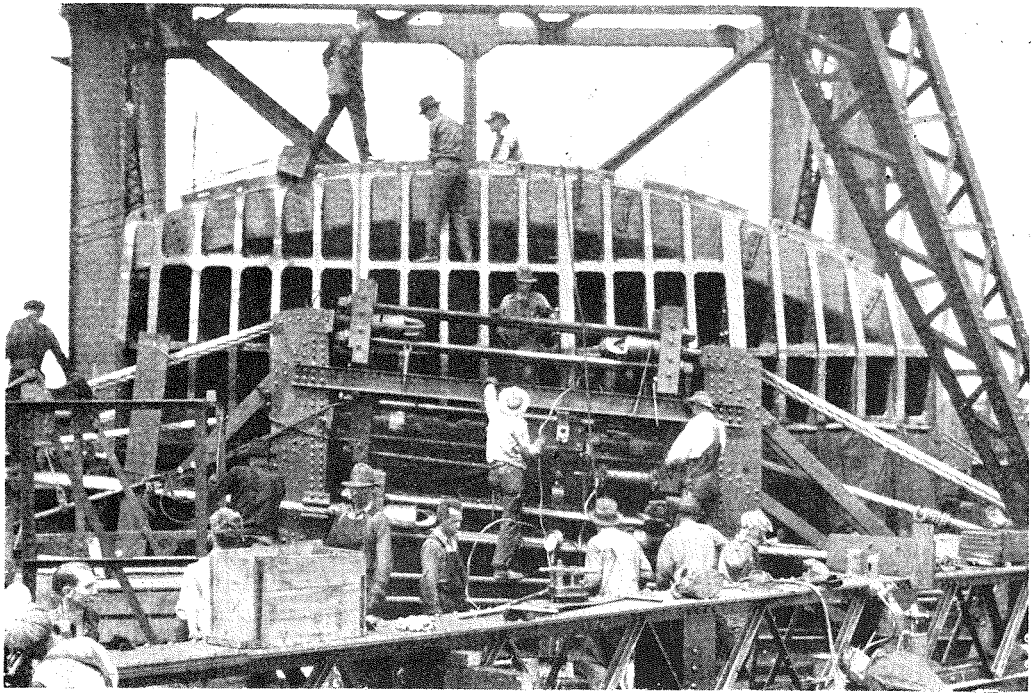
サルテストインゲマシンを始め鐵材及混凝土  
の試験は勿論特殊のリサーチ (Research) 用の  
化學實驗室が設けられてゐる。

斯くの如く整備せる研究所を有し、此の橋  
梁に用ゆる凡ての材料は検査と試験を完全に  
せられ、一方設計を確かめんが爲め特殊の試  
験を多數行つた。其の主なるものを舉ぐれば  
次の如し。

- 1 アンカーのアイバーに作用なす力の測  
定
- 2 橋塔の或る部分の負荷に對する作用
- 3 橋塔の特殊のコロムセクション及種々  
の道路の斷面に於ける負荷に對する作用  
橋塔特殊のコロムセクションの負荷試験は  
特に注意を拂つた。即ちメヂアムカーボン鋼



(10) 同上。ニュージャージー側。



(11) 紐育側橋塔頂上に於ける Cable Saddles と吊棧橋ロープの調整。

及びカーボンマンガニース鋼よりなる各二箇のセクションを實物の大きに作つた。此は U. S. Bureau of Standard の壹千萬封度のテストイングマシンを使用せんが爲である。

カーボン及シリコン鋼材の柱は 150 平方吋マンガニース鋼のものは 155 平方吋の斷面を有した、試験の結果は豫想以上の好結果を収めたが時に此の試験に就ては目下編纂中の報告書に依るであらう。

#### Construction Work

(1) ニュージャーキー側のアンカーブロック及アプローチの岩盤掘鑿

バリセード(ハドソン河の絶壁)の岩盤掘鑿は幅員 146 呎にしてハドソントレス街迄延長 750 呎を越ゆる膨大なるものである。絶壁面より 200 呎間は橋梁の下部(Lower deck)と同高にして掘鑿の深さは 35 呎乃至 100 呎である。此れはアンカーブロックの掘鑿をなすに便ならしむる爲めで、殘餘の 550 呎は橋梁の上部(Upper deck)即ち路面と同じ(地表より 50 呎

の深さ)高さより 4% の上り坂にてアンカーする爲めに二木の斜坑を橋梁下部(Lower Deck)より更に 200 呎の下方に向ふて掘鑿したのは昨年七月號に報じた通りである。總掘鑿坪数は 220,000 立方碼で、此工事は 1929 年の五月完成した。

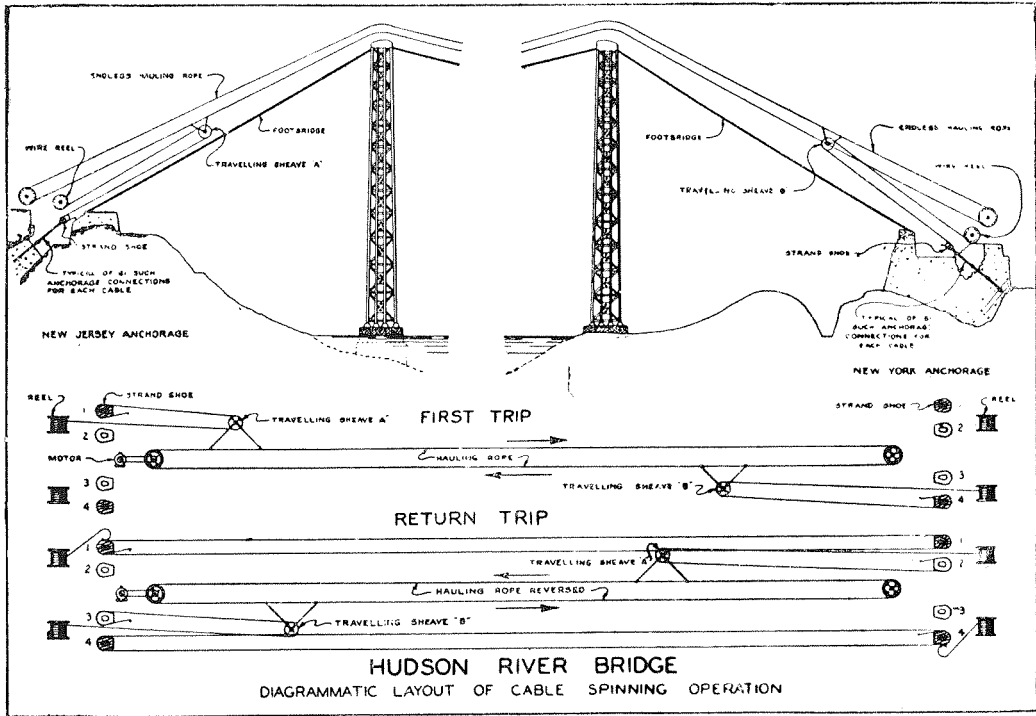
(2) ニューヨークアンカーブロック

第一期工事に依り竣功せる部分はアンカーブロックの中央部に位して 107,000 立方碼の混凝土及び 2,500 噸の鐵材を含む 但し鐵材はケーブルのアンカーである。紐育側の橋塔は 1929 年 3 月建設を開始し同年六月に完成を遂げた。

(3) ケーブル及びアンカーの鐵材

アンカー用ステールガーダー及びアイバーは既に 1929 年初期に出来上りケーブルも亦全體の 40% は完成した。一本のケーブルは 26,474 本の鋼鐵線より成り直径は 36 吋にして 1 呎當りの重量 2,700 磅に及びケーブル 2 本を 9 呎の間隔に張つたものを一組とし、此れに依





(12) ケーブル架設作業を示す圖。

り橋梁の二端を吊り 106呎隔つた他の一端も同一なる一組のケーブルにて吊る。

一本のケーブルを構成する銅鐵線は直径  $\frac{1}{8}$  吋(0.196)吋にして従來巨大なる吊橋に用ひられたものと同一であるか、科學の進歩に依り材質向上し、ブルックリン橋に用ひたものは張力160,000#/吋<sup>2</sup>だったが、今回の張力は試験の結果230,000#/吋<sup>2</sup>である。

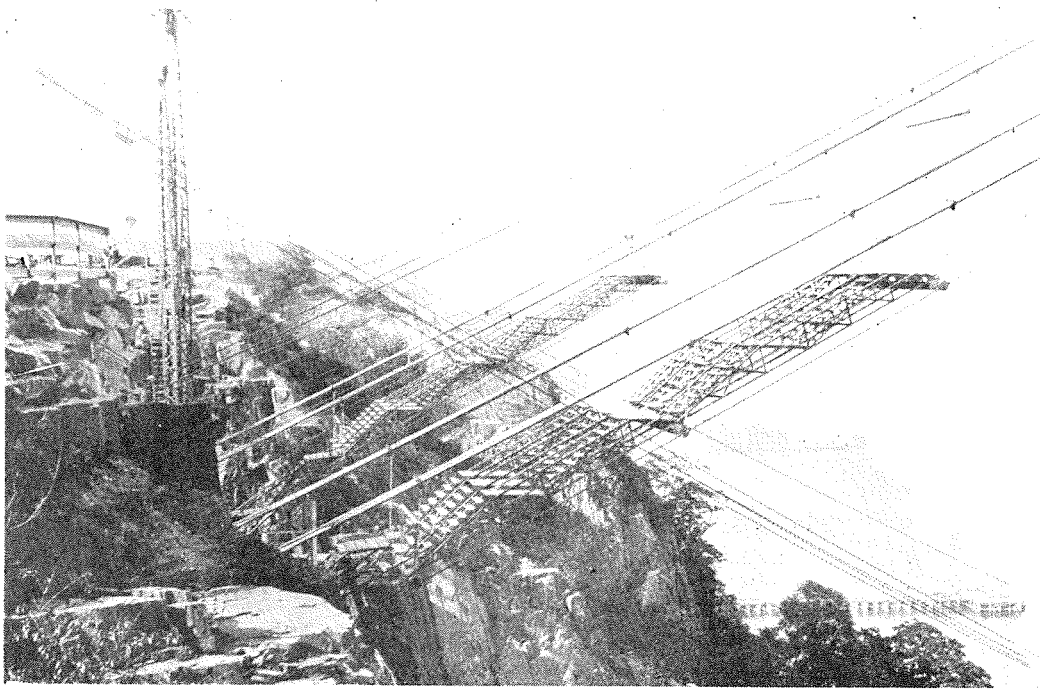
銅鐵線はオープンハースプロセス (Open hearth Process) により製造せられた高級鋼で爐より出たビレット (Billet) はローラーを経て  $\frac{3}{8}$  吋の丸棒となり更にコールドドローイングプロセス (Cold Drawing Process) によつて鐵線にせらる、即ち上記の丸棒は四箇の鋼鐵の型を通してドローせられて最後に所定の鋼線となるのである。是の方法に依れば鐵線は偉大なる抗張力を與へらるもので之に殆んど純粹なる亜鉛を渡金される。一箇のビレットから約4,000呎の鐵線が出来、此れを繼ぎ

せて一捲30哩に及ぶ鐵線として工場から發送された。

#### (4) 徒歩橋の建設

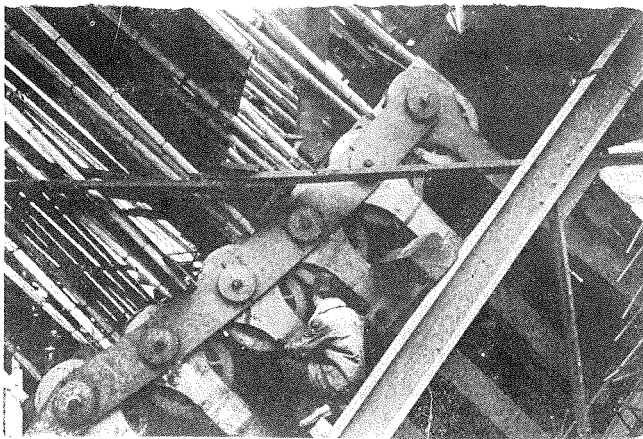
メインケーブルを建設するには先づ建設用の徒歩橋或は吊棧橋を作る必要がある。この橋は兩側のメインケーブルの來る可き位置の下方 2,3 呎の所に作られ凡べて鐵製にして兩側共に各々9本の (直径  $2\frac{7}{8}$  吋) ロープにて吊り下げられる。此の橋に依りてメインケーブルの建設完成すれば此の吊棧橋は適當の長さに切斷されてメインケーブルに吊られ、やがて橋梁主體を吊り下ぐる用に供せられるのである。吊棧橋はメインスパン及びサイドスパン用共に正確に長さを測定して工場に於て試験的に組立をなし、相違なき後に於て現場に發送せられたのである。

サイドスパン用吊棧橋吊下げ用の 9本のロープは始め河岸のアンカーボルトに一端が結束され、此の一端はペナントライオン (Pennant



(13) ニュウジヤージー側スパンの吊棧橋架設。

nt Rine) と呼ばれる、短き特殊のロープにて舢舨に乗せられたるメインスパンのロープの一端に接続せらる、斯くして舢舨は除々にロープをほごしつゝ、河を渡りて對岸に達するので自然メインスパン用のロープは河底に横はりながら河を横斷することとなる。横斷したロ



(14) 紐育側アンカーレーダに繼がれたるケーブル。のサイド及びメインスパンに適當の弛みを持

ープの一端、對岸のサイドスパン用ロープにベナントラインを以て接続される。斯くの如くにしてロープは兩岸のアンカーブロック間を完全に接続する。一回の舢舨の運行によつて四本の小ケーブルを横斷せしむる事が出来た。接続せられたるロープは一本宛橋塔上

に持ち上げられるが最初のロープは1929年の七月九日に此の橋塔上サドルに持ち上げられた。ロープの橋塔上に上るや、ベナントラインはサイドスパン及びメインスパンのロープの延長を適宜に加減せしめ得る様に構造せられたる接続部と取り替へられる。此の接続部は鋼鐵製のブロックより成りロープの兩端は鋼索家捻子にて止めたるロープソケットに結束される。ブロック全體は水壓ジャッキによ



(15) ケーブル架設工事。ニューシャーザー塔より見たる北側棧橋。

たす様加減される。

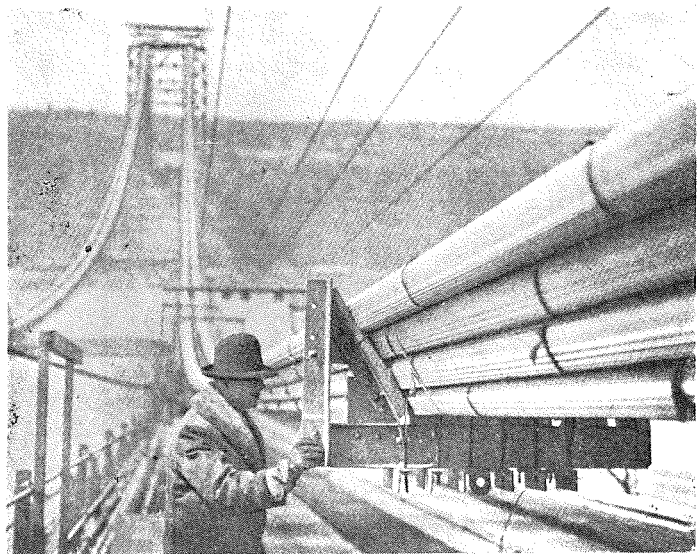
上記の吊棧橋はロープの張れたる後現場に於て取付けられる。サイドスパンは傾斜急なる爲め吊棧橋は梯子型のものを用ひロープより下るパイプ製桁に、鋼鐵製トラスによつて取付けられる。吊棧橋は一定のセクションに組立られてアンカーブロックの箇所にて索道のキャリエツヂに積み込まれる。而してロープの上方を走る索道により現場に持ち運ばれて順次に接續される。中央スパンの吊棧橋はステイールビームに依りて支持される木板よりなり、橋塔より對岸の橋塔に至る徒歩橋となる。吊棧橋はスパンの中央部より構築され始め五箇乃至六箇のセクションの吊棧橋が一度に特製の捲揚籠 (Hoisting Skip) により橋塔の頂上に持ち上げられ、頂上に設けられたるトラベリン

クレーンに依り塔の中央に持ち運れ、吊棧橋用のロープの上を走る吊臺車に乗せられて必要の場所迄垂力を利用してスパンの中央に向つて運搬される。スパンの中央部には五箇所に兩側の吊棧橋を繋ぐブレーシングが在つて振れ止めに働く傍ら職工の往來 便に供せられる。

(5) ケーブルの製作  
メインケーブルは61本のストランドよりなり1ストランドは454本の鋼鐵線結束よりなる。即ち一本のケーブルは26,74

本の鋼鐵線より構成され、一本のメインケーブルは連續せる一本のストランドより一端は河岸のアンカーブロックに結束せられ他の一端は河を61回横斷して主體のケーブルを構成するのである。河を横斷すには

(以下次頁)



(16) ケーブル製作。北側棧橋に於ける。