

武漢長江大橋建設工事について

編 集 部

まえがき 本文は中国土木工学会より贈呈された「武漢長江大橋」よりその概要を抄訳（国鉄建設局建設線課 天野礼三氏訳）したものである。ここに登載するに当たり、同学会の御好意に深甚の謝意を表する次第である。

【編集部】

長江大橋の建設は、種々論議した上で、ソ連技術顧問団にも推奨された、第5案をもとに行われた。このルートによれば第7橋脚を除いた残りすべての橋脚は岩盤の上に作られることになる。橋梁の総延長は1670mで、取付部を除けば1156mになり、理論スパン128mの3径間連続トラス3連よりできている。

橋梁は鉄道・道路の併用で、上段道路部は車止め間隔18m、その両側に2.25mの歩道、下段鉄道部は軌道中心間隔4.1m、2軌道および道路部と同一幅の歩道を両側に有する。2段構造で、桁下空間は計画航路水位を基準にして18mである。この地区の地方条件のうち特殊のものは、次のとおりである。

1. 水理条件としてこの付近は河幅が最も狭くなっている所で、1954年の大洪水時の流量は76000m³/sec、また流速は0.4~3.0m/secであるが、一般に水位の急激な増減はなく、水位の高い期間は比較的長く、年間7~8カ月、冬期にも結氷しない。
2. 地質については河底は不安定な細砂から成っており、常にはげしく変化し、はなはだしい所ではこの変化は10mにも達し、沈殿物よりなる表層の下の基盤は石灰岩、泥灰岩または頁岩で、表層の厚いものは25~27m、岩の極限支持力は1700kg/m²~200kg/m²の間にある。地形は右岸は急峻で、河岸と河床の標高差は20~22mに達し、左岸は比較的なだらかである。

予備設計のときには圧気ケーソン工法で基礎を施工することになっていたが、

- a) 深さが40mに達しケーソン病が多数発生する。
- b) 地層によつては有毒ガスが発生する可能性がある。
- c) 底岩盤が不均高で、橋脚幅内で5mくらいの高低差がある。
- d) ケーソン工事の経験者およびその労務者が少ない。
- e) 高水位期間が長く、年間4~5カ月しか工事ができない。
- f) エアーロック、圧縮機、医療ロックその他の器具が必要になる。

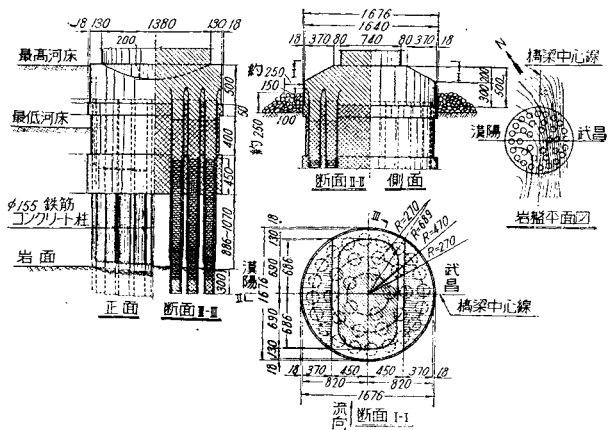
以上によりこれらを回避するために、列柱法の採用を考案した。

列柱基礎工法の原理は、大径の鉄筋コンクリート円形柱を基盤まで下げ、その内側を適当な深さに削岩し、その中に鉄筋カゴを入れてコンクリートを打つもので、この管柱部分の周囲に巻きコンクリートを施工する(図一)。

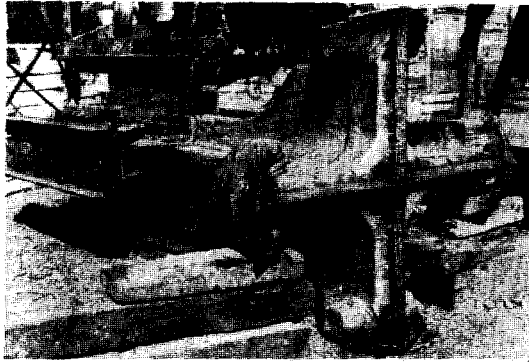
上述の巻きコンクリートが基盤までであるものと表層の途中で止つているものもあり、また重量軽減および数量節約のため中空のものもある。橋脚底版の上面標位は、最低水位以下0.46m、軀体高さはほぼ33m、下部寸法は7.4×13.8m、基盤上高さの最高のものは64mに達する。橋脚建設工事の順序を次に示す。

1. 400tのポンツーンの上に、管柱の位置固定、ガイド、鋼矢板支持用に外径16.76mの格子状鋼ワクを組立て、ワクの下部は板張りにして巻きコンクリート打込みの型ワクにする。このポンツーンの両側にあらかじめ格子状鋼桁で直結した2隻のポンツーンを置き、この上に70tの能力を有する昇降タワーをそれぞれ立てる。ワクを運搬する船群が定位置に到着したら、まず鋼ワクを両側のタワーにより吊上げ、鋼ワク下のポンツーンを除去して、所定の深さまで沈め、さらに一層組立て、沈下させる操作をくり返して最終位置まで沈下させる。
2. ワクを所定の位置まで下げたのち8~14本の管柱をワクを通して基盤まで下げ、ワクをこれらの管柱で吊下げてサイドのポンツーンも取り去り、残余の管柱を打込む。管柱の打込みにはBII-3またはBII-4型振動杭打機を使用し、場合によっては射水も併用する。
3. 管柱打込み中に鋼矢板をワクの周囲に浮クレーンおよび蒸気杭打機で打込み、この締切りの内側の砂や粘土

図一 代表的な列柱基礎の一例
(巻コンクリートは岩盤まで達していない)



写真一 径 1300 mm の十字ビット
(一体に鋤造。刃口には特殊鋼を用いている)



を排除して管柱の周囲に巻きコンクリートをトレミーパイプで打つ。

4. 管柱内ボーリングは、内径 130 cm で内側の砂および粘土を除去した後に 4~5 t の十字ビットを YKC-30 および 31 型衝撃式機械で行う。落下高さは 60~100 cm, また 1 分間の打撃回数は 30~40 回, 割岩は 1.0~1.2 m 掘つてからズリ掃除機でズリを除去し, 3 m の穴を掘るのに要する時間は 20~48 時間を要し, 大体の掘進速度は 1 分間 50 mm 程度である。

5. 掘削後その孔中に鉄筋カゴを挿入し, トレミーパイプでコンクリートを打つ

6. 締切内を排水したあとで, 橋脚底位より上の管柱を取り除くか, 短く切り, その上に厚さ 5 m の鉄筋コンクリート橋脚底を打ち, ワクの上部を解体して躯体の水面下の部分のコンクリートを打つ。

以上が第 7 橋脚を除くものの大体の標準作業で, 第 7 橋脚は底地質が違っていたので杭基礎によつた。前述と異なる点は, a) ワクの外径を 20.3 m にしたこと。b) ワクの外環にまず 30 本の杭を打ち, ついで中心部に 8 本杭を打つて, この 8 本の杭でワクを吊る。ポンツーンを除去したのちに残余の杭を打つもので, 各杭の極限支持力は 320~360 t であつた(表一)。

管柱は外径 155 cm の鉄筋コンクリート製で, 長さ 40 m, 1 m 当りの重量は 1.1 t, 9~12 m に区分して普通の製作方法によつて製作した。製作所要日数は 2 昼夜を要した。またここに設備せられた能力は 24 時間に 3~4 本である。

以上が列柱法の大半の工程であるが, この方法によれば, 安全率の高い割合に建設費が安くなつた。安全率の高くなつた原因としては,

1. 水中コンクリート強度を 170 kg/cm² で設計したが実際は 250 kg/cm² を越していたこと。
2. 掘削された穴とコンクリートの粘着力を無視した。
3. 表層はすべて完全に洗い流されるとしたが, 実際には完全になくなると思えない。
4. 各橋脚の巻きコンクリートは支持力を持たせないと考えているが, 実際はある程度の荷重を基盤に伝達する。等からの結果である。

主トラスはトラス中心間隔 10 m, 高さ 16 m の W ワーレントラスで, 16 m のパネル 8 パネルでそれはさらに 8 m の sub パネル 2 つに分けられ, トラスの全部材は H 断面で, 弦材垂直板の高さは 1100 mm, 外面幅 720 mm で, 最大の弦材は厚さ 20 mm 2 枚, 16 mm 4 枚, 計 6 枚の高さ 1100 mm の垂直板と, さらに 330×24 mm の側板 4 枚, 200×200×24 mm のアングル 4 本, および 600×16 mm の水平板 2 枚より構成されている。接合は鋲接で, 23 mm の工場鋲および 26 mm の現場鋲を用い, 支承は中間 1 コが固定支承である。主トラスの最大応力を均一化する目的で, 工場で端支点を中間支点よりも 138 mm 高くする特別のキャンバーをつける。この端支点が中間支点の同一レベルまで下ると, 端支点反力は 30 t 減少し, 同時に同量の中間支点反力が増加する。

架設にはカンティレバー方式を採用し, 兩岸より最初のスパンの架設にはカウンターウエイトとして, 陸上にそれぞれ 80 m および 128 m の仮トラスを作り, また左岸の第一スパンの架設には仮橋脚を利用した。この他のスパンの架設には, 仮受けその他を設けず, 橋脚に 16 m 張出したブラケットを設けて, 延ばされてくるトラスを受けるようにした。進行は左岸より 6 スパン, 右岸より 3 スパン架設した。架設には 2×40 t の複ブームクレーンおよび 35 t の単ブームクレーンを使用し, カウンターウエイト用仮トラスの組立には 45 t の自走クレーンを使用した。工事は 1955 年 9 月に着工し, 最初の工期は 1959 年 9 月であつたが, 基礎に新工法を導入した結果やその他の要素により短縮され, 鉄道部は 1957 年 10 月 1 日, 道路部は 1957 年 12 月 31 日に開通する予定で, 工程のうちおもなものは, 橋脚工事は 1957 年 1 月に完成, 左岸からのトラス架設は 1956 年 6 月に開始, 右岸からのトラス架設は 1956 年 10 月に開始, 架設工事は 1957 年 7 月に完成する。

表一 長江大橋基礎杭の載荷条件

岩質	単位	橋脚番号							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		石灰岩	石灰岩	石灰岩	石灰岩	石灰岩	泥灰岩	有機質岩	石灰岩
管柱の理論的長さ	m	8.5	—	9.8	8.7	—	—	—	—
管柱または杭の径	m	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	0.55	1.55
管柱または杭の数	本	23	30	35	35	35	35	116	30
一次荷重により管柱または杭に作用する最大荷重	t	634.0	622.0	530.0	604.0	565.0	504.0	172.0	605.0

註: 管柱の理論長とは, 基礎岩盤から巻きコンクリートまでの平均高さである。