

(39) キリフィ橋の施工

住友建設(株)	土木部	○北田 郁夫
住友建設(株)	四国支店	重見 法人
住友建設(株)	東京支店	詫磨 廣治
住友建設(株)	土木部	正会員 藤原 保久

1. はじめに

ケニア共和国, 第二の都市, モンバサ市は、東海岸地方の中心都市であり、同市を起点にエチオピア, ソマリアに至る幹線道路がB 8号線である。しかし、この道路はキリフィ入江によって分断され、フェリーボートにより連絡されていた。この交通上のボトルネックを解消すべく、架設されたのがキリフィ橋である。図-1に全体一般図を示す。

本橋は、中央支間長185 mを有する3径間連続PCラーメン橋で、同形式の橋梁としては、世界でも有数の規模を誇るものである。橋脚は、主桁の橋軸方向の変形を拘束する度合いが小さく、かつ、施工性、景観に優れた2枚壁形式が採用されている。また、基礎形式は多柱式基礎であり、比較的柔構造となっている。

本稿は、1988年7月より1991年4月に実施された上下部工工事の施工概要と、主桁の上げ越し管理について報告するものである。

2. 工事概要

工事名	: キリフィ橋建設工事	橋長	: L=420.0 m
発注者	: ケニア共和国公共事業省	支間長	: $\ell = 116.6 + 185.0 + 116.6$ m
工期	: 1988.7.25 ~ 1991.4.24 (33ヶ月)	幅員	: 車道8.0 m 歩道2×2.0 m
構造形式	: 上部工 3径間連続PCラーメン橋 下部工 多柱式基礎(リバース杭)	主要材料	: コンクリート 17,000 m ³ 鉄筋 1500 t PC鋼材 350 t 土工量 70,000 m ³
取付道路	: L=4.1 km		

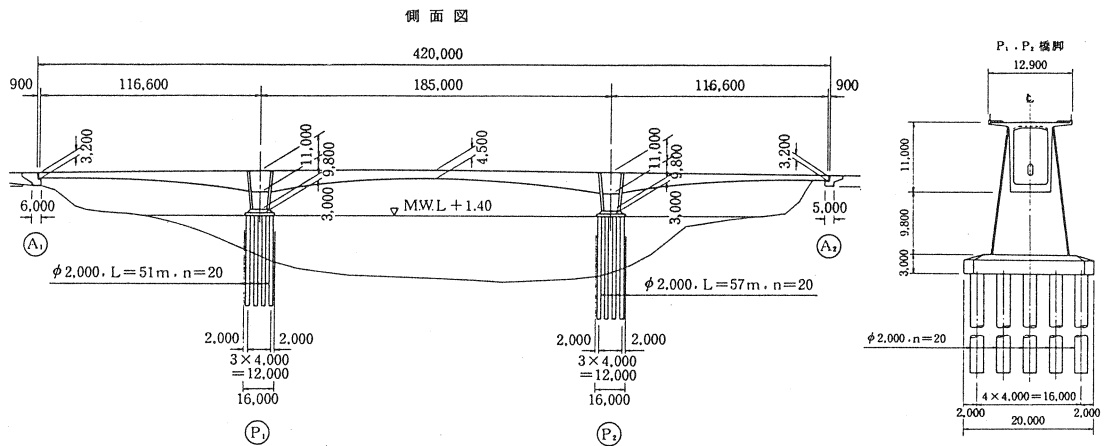


図-1 全体一般図

3. 施工概要

図-2に上下部工の施工要領図を示す。

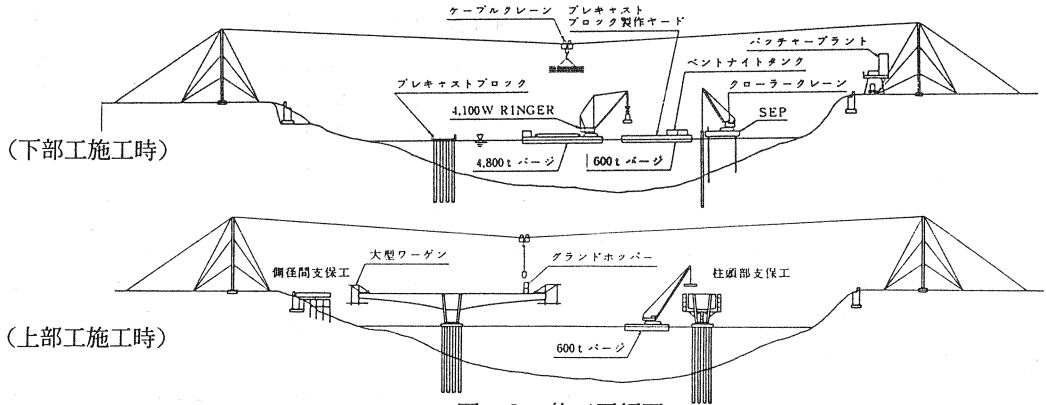


図-2 施工要領図

4. 杭基礎の施工

橋脚部の基礎杭は直径2.0mの場所打ち杭である。施工法、使用機器の選定に当っては、気象、海象、施工上の諸条件を考慮して、リバース工法を採用し、また、作業ヤードとして、FLEXFLOAT-SEPとバージを使用することとした。

杭の施工終了後、設計に用いた横方向地盤反力係数及び鉛直支持力確認のため、載荷試験を実施した。試験は水平方向(最大荷重25t)、鉛直方向(最大荷重1800t)それぞれについて行い、良好な結果が得られた。図-3に鉛直方向の試験結果の1例を示す。

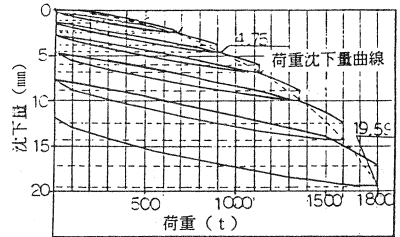


図-3 杭の鉛直載荷試験結果

5. パイルキャップ工事

パイルキャップ下端の計画高は平均海水位近傍であり、最大潮位差が4mあることを考えると、従来の支保工による場所打ち工法では、作業効率が悪くまたコンクリート打設時には海水に浸される恐れもあると判断された。そこで、本工事ではパイルキャップの底面及び側面をプレキャストブロックにて施工し、内部をドライにして作業することとした。プレキャストブロックは、図-4に示すように全体を9分割してバージ上で製作した(最大重量25t)。

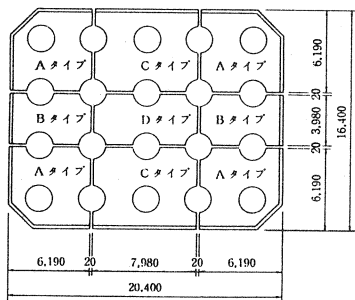


図-4 プレキャストブロック平面図

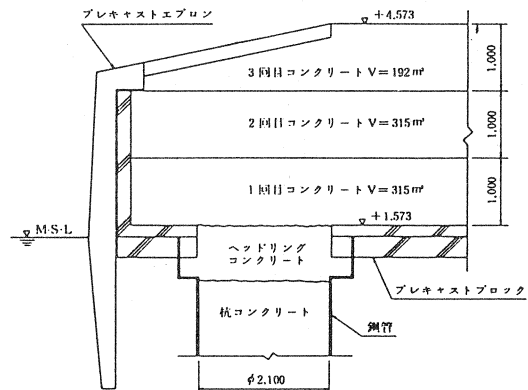


図-5 パイルキャップ断面図

6. 上部工工事

(1) 柱頭部の施工

柱頭部の施工は、橋脚上に取付けた鋼製ブラケットとパイルキャップ上に立上げた鋼製支柱による支保工施工とした。この時、橋脚内側のブラケットと水平材はボルトによって緊結し、橋脚頭部に過大な水平力が作用しないようにした。

柱頭部は桁高が11mあり、橋脚と主桁の結合部の形状が複雑であるため、作業性を考慮して、4分割し施工することとした。

コンクリートは、ケーブルクレーンにより柱頭部まで運搬し、パイルキャップ上に立上げた架構上のグラウンドホッパーに受け換えた。さらにグラウンドホッパーからシュートによって各層のコンクリートを打設した。

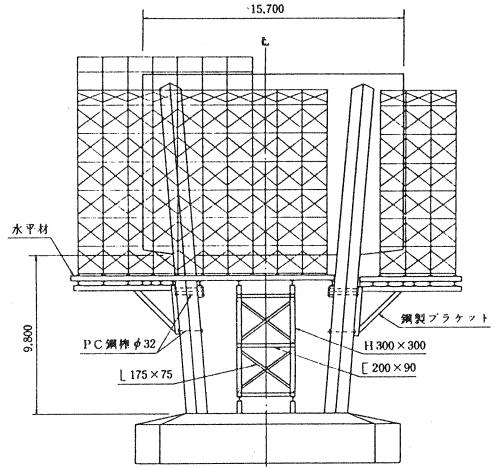


図-6 柱頭部支保工図

(2) 張出し部の施工

柱頭部の施工終了後、大型ワーゲンを、ケーブルクレーンと、バージ上の70tクレーンによって組立て、張出し部の施工を開始した。1ブロックの長さは3.0m~4.8mであり、ブロック数は43である。張出し部の標準施工サイクルを表-1に示す。

通常のワーゲン施工では、左右ブロックの施工サイクルは3~4日ずらして行うが、本橋は、フレッシュネー工法が採用されており両側緊張となっているため、左右のブロックを同時施工する必要がある。しかし、1日で両側ブロックのコンクリート打設を終了するのは難しいため、2日間で打設することとした。

表-1 張出し施工1サイクル標準工程表

工種	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
緊張												
ワーゲン移動、据付												
型枠、鉄筋、シーす												
コンクリート打設												
養生(脱型ケーブル配置)												

: 側径間側、中央径間側共通
 : 側径間側
 : 中央径間側

(3) 側径間部の施工

側径間支保工施工部21.7mのうち4.8mを残し、橋台側16.9mは、ワーゲン施工と並行して施工し、工期の短縮を図った。

ワーゲン施工部との連結区間は、主桁の上げ越しに施工誤差を生じたとき、その修正が少しでも容易になる様に長くした方がよいのとワーゲン施工部ブロック長と同じ区間長とした方が美観上好ましいと判断し、4.8mとした。

ワーゲン施工部は、張出し長が95.7mあり、温度変化等によって、支保工部とは30mm以上の相対変位が生じる。この変位を抑え、連結を滑らかにするため、図-7の様に張出し部主桁を支保工に固定した。

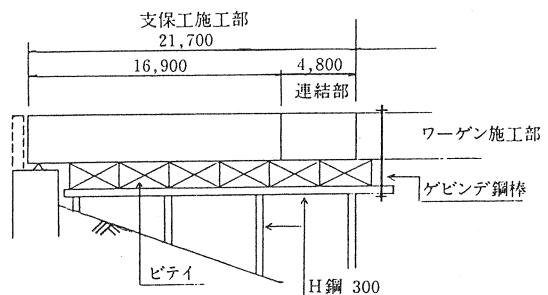


図-7 側径間支保工図

7. 上げ越し管理

本橋の主桁は、ワーゲンによる張出し架設工法により施工され、最大張出し長は90mに達する。したがって施工中の主桁変形量も大きく、張出し先端部では、1ブロックのコンクリート打設により計算上、150mm程度のたわみが生じると予測された。また、たわみ量の中、基礎の回転による成分が全体の40～50%程度を占めており、上げ越し管理をする上で不確定な要素を多く含んでいると言える。

張出し施工では、施工の進捗とともに、変形量も増加するため、比較的誤差の小さい施工初期の段階で構造物の挙動を正確に把握しておく必要がある。

実際の施工では、各ブロック施工毎に主桁の出来形と計算値を比較し適宜、上げ越し量の補正を行った。図-8に23ブロック施工時のたわみの比較図を示すが、図からわかるように実測値と当初計算値ではかなりの差異が見られた。

そこで、その誤差要因について検討したのが表-2である。表中、当初計算の条件は、設計計算で用いられたもの、修正計算の条件は、現地での試験、観測より得られたデータをもとに修正したものである。表からわかるように杭下端の鉛直バネの影響(基礎の回転)が最も大きく、全体の90%を占めている。以上の結果を踏まえて、計算モデルを修正して、以後の上げ越し管理を行った。最終的に主桁出来形は満足できるものであった。

本橋の例では、誤差要因のうち、基礎地盤の影響が最も大きかったが、地盤調査より推定したバネ定数と実際の杭の挙動から逆算したバネ定数は、必ずしも一致しないのが現状である。従って本橋のように比較的柔構造の橋梁の場合には、常に構造物の挙動を把握し、上げ越し計算にフィードバックする必要があると思われる。

表-2 誤差要因の分析

要因(解析条件)	当初計算	修正計算	23BLの たわみ差
コンクリートヤング係数	E_0	$1.1 E_0$	1.0 mm
杭のケーシングパイプの影響	考慮せず	考慮	1.0 mm
杭の横方向地盤反力係数	K_0	$2 K_0$	0.1 mm
杭下端の鉛直方向地盤バネ	K_v	$10 K_v$	11.8 mm
		計	13.9 mm

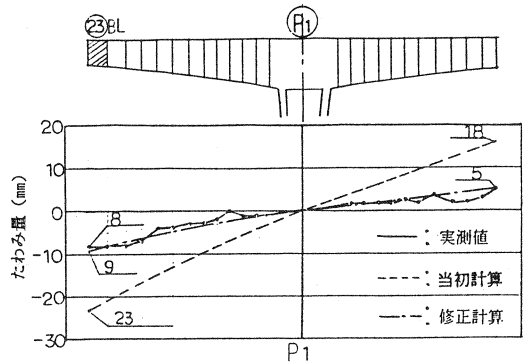


図-8 たわみ比較図
(23ブロックコンクリート打設時)

8. おわりに

以上キリフィ橋の施工についてその概要を報告した。本橋は、平成3年5月に大統領出席のもと盛大に開通式が行われ、供用が開始されている。

最後に、本橋の施工にあたり、適切な御指導、御協力を頂いた(株)日本構造橋梁研究所の小宮正久氏、可知利夫氏両氏に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小宮, 齊藤, 北田 : キリフィ橋の設計と施工, 土木学会第44回年次学術講演概要集(1989.10)
- 2) 小宮, 重見, 託磨, 北田, 藤原 : キリフィ橋(ケニア共和国)の設計と施工, 橋梁VOL.20 No.6
PP26 ~36, 1990年6月