

キエン橋の施工 — プレキャストセグメントPC斜張橋 —

三井住友建設(株) PC設計部 正会員 ○平 喜彦
 同 上 正会員 清水 宏一朗
 同 上 正会員 内田 誠二郎

1. はじめに

キエン橋はベトナムの首都ハノイ市の東方約100km、ハイフォン市北西部に位置する橋長1,186mの建設プロジェクトであり、日本の円借款により建設された(図-1)。本橋はカム川を跨ぐ中央径間200m、橋長370mの3径間連続PC斜張橋と、4径間連結合成桁橋3連の両アプローチ橋から構成され、このうち主橋は工期の短縮と品質の確保の観点から主桁にプレキャストセグメント工法が採用されている¹⁾。

本稿は、主橋部であるプレキャストセグメントPC斜張橋部の施工における留意事項について報告するものである。

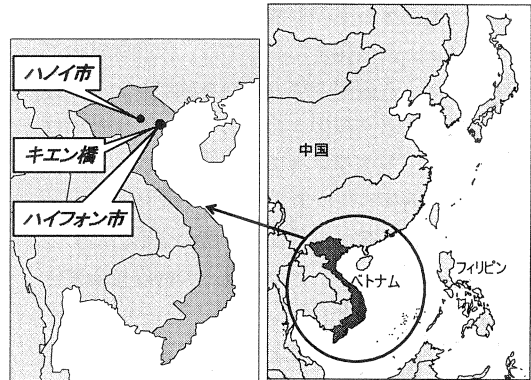


図-1 橋梁位置図

2. 工事概要

工事概要を表-1に、橋梁一般図を図-2に示す。

表-1 工事概要

プロジェクト名	国道10号線改良工事パッケージB-5 キエン橋建設工事
事業主	ベトナム社会主義共和国 運輸通信省
コンサルタント	日本工営, TEDI
施工者	三井住友建設, Thang Long JV
主橋部橋梁形式	3径間連続PC斜張橋
橋長	L=1,186m, 主橋:370m, アプローチ橋:408m*2
幅員	全幅16.7m, 車道部10.5m, 歩道部1.5m*2
縦断勾配	最大4%
平面線形	R=∞
基礎形式	場所打ち杭基礎

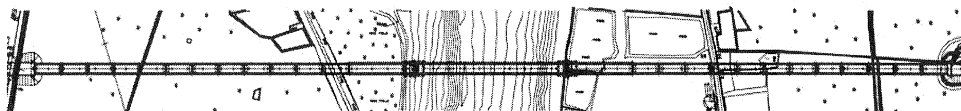
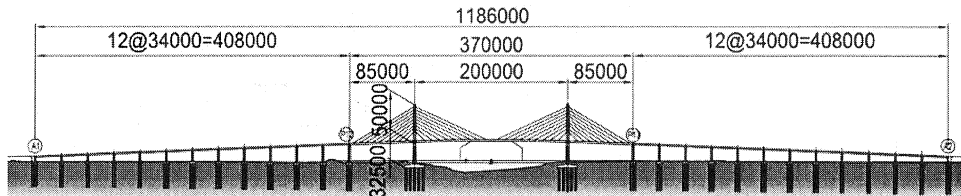
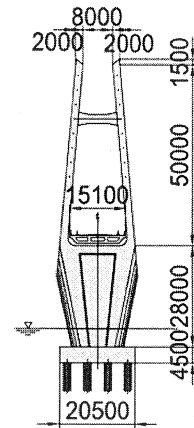


図-2 橋梁一般図

3. 上部工施工概要

セグメントの製作はショートラインマッチキャスト方式により行い、セグメントの製作・ストックヤードは架橋地点に近接して、カム川を挟んで兩岸にそれぞれ設置した。主桁の架設はエレクションノーズを用いた張出し架設工法で行った。なお本橋では中央径間に対する側径間のバランスをとらせるために、側径間の主桁内にコンクリートのカウンターウェイトが設置されている。セグメント長は 2.5m~3.5m, セグメントの重量は最大で 1,138kN, カウンターウェイトを含めると最大 1,254kN である。

4. セグメントの仮置きおよび架設

4-1. セグメントの仮置き

セグメントの仮置きに際しては、仮置き時の不等沈下に対する仮置き版の剛性を確保、および経済性の観点により仮置き台としてダブルT形の鉄筋コンクリートスラブ構造とした。セグメントの仮置きは、内外ウェブ直下の8点で支持するものとし、仮置きの際の不等沈下や版の変形に対しては FEM 解析を行い、スラブ面内の許容相対変位を 3mm として設定した。コンクリートスラブは、1 セグメント仮置き台ごとに目地を設け、隣接する仮置き台に直接影響を与えないようにした。セグメントの仮置き状況を写真-1 に示す。

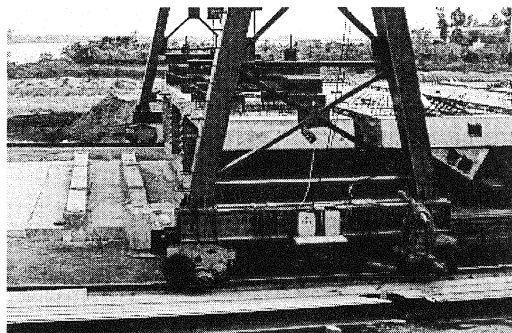
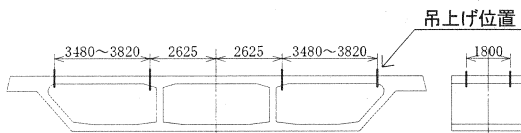


写真-1 セグメントの仮置き状況



4-2. セグメント吊上げ時の検討

本橋は斜ウェブを有する3室箱桁断面である。セグメント吊上げ時の応力については FEM 解析で確認した。本橋ではセグメントの吊上げは3室箱桁断面に対して外側の2室、すなわち8点で行った。セグメント吊上げ時の FEM 解析結果を図-3 に示す。

セグメントの吊上げ時においては、エレクションノーズを内ウェブ上に配置する2主フレーム構造とした場合、エレクションノーズ直下のメインジャッキ反力により内ウェブに過大な斜引張応力度が発生する。同様にエレクションノーズを内外ウェブ上の4主フレーム構造とした場合、エレクションノーズの総重量が大きく不経済となる。以上より本橋では、内外ウェブ上のメインジャッキを横構材で連結して、内外ウェブに反力を伝える2主フレーム構造を採用した (図-4)。

本橋ではウェブ厚が標準部で 200mm と薄く、また外ウェブが傾斜していることから、FEM 解析を用いて内・外ウェブへの反力の分担比率を設定した。ここで、架設時の斜引張応力度の制限値をコンクリートの引張強度の 75% として外ウェブへの最大反力を設定し、残りの反力を内ウェブへ伝えるように設定

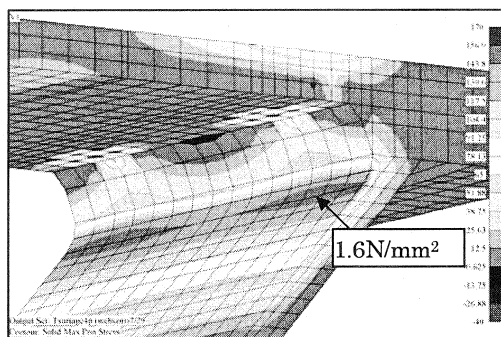


図-3 吊上げ位置および吊上げ時 FEM 解析結果

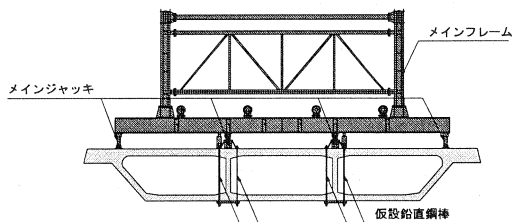


図-4 エレクションノーズ正面図

した。その結果、両ウェブの反力分担比率を外ウェブ：内ウェブ $\approx 3 : 7$ と設定し、この分担比率となるようにメインフレームの位置を決定した。また、内ウェブに生じる斜引張応力度が上述の制限値を越える場合においては、内ウェブを挟んで仮設鉛直鋼棒（PC 鋼棒 $\phi 32\text{mm}$ ）を配置して吊上げ時の斜引張応力度を改善した。仮設鉛直鋼棒は斜材架設緊張後に張力を解放し、PC 鋼棒を撤去して次の架設サイクルへ転用した。

5. 斜材の施工

5-1. 斜材システム

本橋の斜材は9段2面吊り配置であり、斜材は37~48本のPC鋼より線15.2mmから構成されている。斜材は、完成後にPC鋼より線の交換が可能な、溶融亜鉛メッキされたポリエチレン+グリースで被覆したストランドを使用し、外套管には高密度ポリエチレン(HDPE)管を用いたノングラウトタイプの現場製作ケーブルを採用している。ストランドの断面図を図-5に示す。

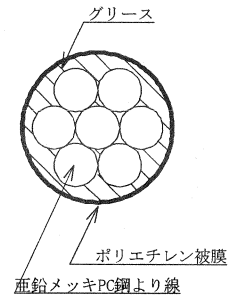


図-5 ストランド断面図

5-2. 斜材の架設および緊張

斜材の架設および緊張は以下の手順で行った。

< Step-1 >

斜材間隔は主桁位置で中央径間10m、側径間8.5mであり、おのおの標準セグメント2個および斜材セグメント1個の計3セグメントで構成される。そこでエレクションノーズによる斜材セグメントの架設に先立ち、標準セグメント架設中にあらかじめ橋面上で高密度ポリエチレン外套管を溶着し、併せてストランドを所定の長さに切断しておいた。斜材セグメントの架設および桁内PC鋼棒の緊張後、外套管内に第1ストランドを挿入した状態で、タワークレーンにて吊り上げ、ストランドを緊張することで外套管を保持した。外套管の架設状況を写真-2に示す。

< Step-2 >

第2ストランド以降は、主塔にセットしたウィンチにて、ストランドを橋面より外套管内に引き込み、ウェッジで仮定着した後にモノストランドジャッキにより逐次緊張した。

斜材の緊張は、緊張作業に伴う機械設備の設置、移設の容易さ、張出し架設サイクルおよび張力調整作業の時間短縮等を考慮して主塔側で行った。斜材の緊張は側径間および中央径間の上下流計4カ所を同時に行った。斜材の張力管理は、圧力計の示度による圧力管理を主、伸び管理を従とし、設計張力に対するストランド毎の張力のばらつきが5%以内となるように管理値を設定した。

5-3. 斜材の張力調整

5-3-1. 張出し架設時張力調整

本橋では中央径間に対して側径間が短く、構造系全体の釣合いをとるために側径間にカウンターウェイトが配置されている。このため張出し架設時には主桁および主塔の応力改善のために先端斜材の再緊張および柱頭部近傍の斜材の張力解放が必要であった。張力調整においては、再緊張の際にはモノストランドジャッキを用いて逐次緊張を行い、一方張力解放の際にはマルチストランドジャッキを用いてシムプレート

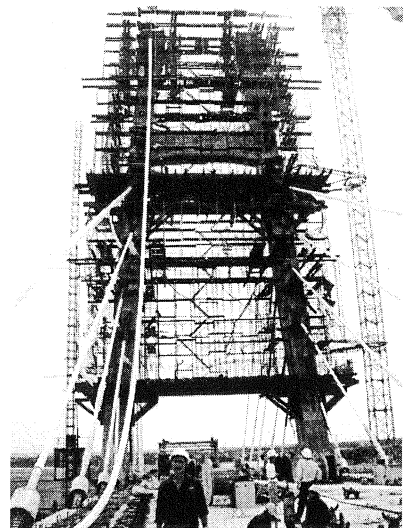


写真-2 外套管架設状況

あるいはリングナットを解放することにより行った。

なお斜材の緊張後の張力履歴は、ロードセルを用いて、温度補正した斜材張力で管理した。

張力管理に付随する管理として、主桁および主塔の変位、主塔の傾斜、主桁と主塔に埋設した応力計による応力度、同じく熱電対による温度等の計測を実施し、これらを橋面上に設置した計測室にて常時計測、管理を行い、設計に対する妥当性を常時確認して行った。計測室を写真・3に示す。

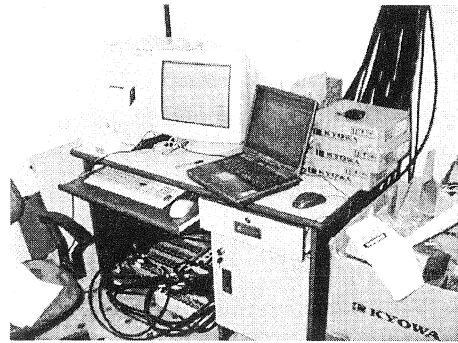


写真-3 計測室

5-3-2. 全体張力調整および斜材精度管理

張出し架設完了後、中央連結前および橋面工施工前にそれぞれ張力調整を行った (図-6)。

本橋では斜材張力調整量の設定において、主桁のたわみ誤差および主桁、主塔の応力度と斜材張力をそれぞれ所定の許容値内に収めるための精度管理を目的として、最適化手法²⁾を実施した。

なお橋体完成後、橋体完成時の設計値に対する妥当性の確認および将来の維持管理のための基礎データを得る目的として、強制振動法による張力確認を行った。

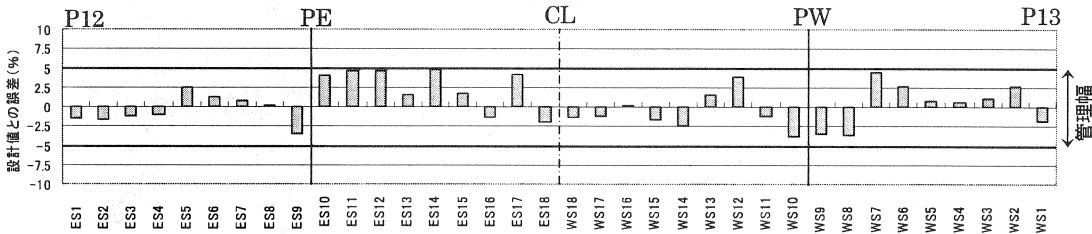


図-6 最終張力調整の設計値との誤差

6. おわりに

本橋は2003年9月に完成し、これにより北部ベトナムの主要幹線である国道10号線改良工事162km全線が開通となった。完成後の主橋全景を写真・4に示す。

本プロジェクトの建設に際しては、数多くの方々にご指導ご助言をいただいた。ここに改めて感謝の意を表したい。本報告が今後、国内外における同種プロジェクトに対して何らかの参考になれば幸いである。

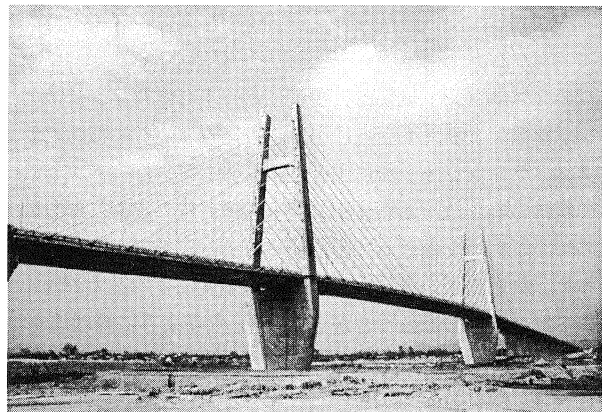


写真-4 主橋全景

<参考文献>

- 1) Thong, 田中, Hai, 平: キエン橋 (プレキャストセグメントPC斜張橋) の施工, プレストレストコンクリート, Vol. 46, No. 1, pp. 55-62, 2004. 1
- 2) 古川, 熊谷, 新井, 春日: 新綾部大橋における精度管理のための斜材張力調整量の決定法, 構造工学論文集, Vol. 35A, 1989. 3