

景観を考慮した4径間連続PRC下路桁による橋りょう改築

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○佐藤 亜希子

1. はじめに

JR 東北本線平泉・前沢間衣川橋りょうは、北上川水系の一級河川である衣川を横断する橋長 117m の鉄道橋である。今回、一関遊水地事業に伴う河川改修事業により、レールレベルを約 4.0m こう上する必要があるため、現橋りょうの 20m 上流側に 4 径間連続 PRC 下路ラーメン橋(図-1)を構築している。本橋の主桁は、大偏心内ケーブル方式であるフィンバック形式を採用しており、施工に先駆けて PC 過密配置部の実規模載荷試験を実施し、補強検討を行った。本報告では、試験結果および施工管理について述べることにする。

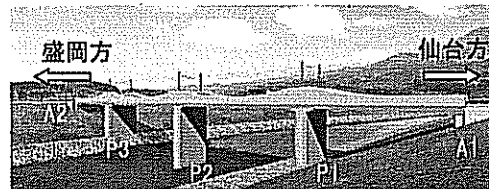


図-1 橋りょう部フォトモンタージュ

2. 橋りょう構造概要

新橋りょうは、4 径間 PRC 下路ラーメン構造となっており、主な特徴は以下のとおりである。

- ①曲線を用いた形状とし、さらに桁頭頂部は車窓からの景観に配慮し、レールレベルから 2367mm 以下に抑え、平らにすることで視線の誘導を図る等、周囲との調和を図った。
- ②ラーメン構造の採用により沓点検足場を不要とし、保守作業の軽減を図った。

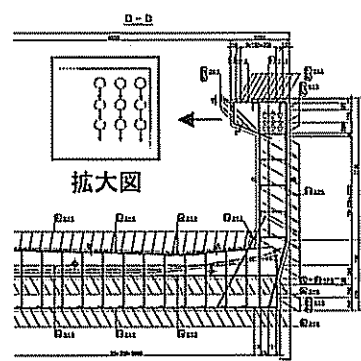


図-2 橋りょう断面図(橋脚部)

3. 設計・施工上の課題

3.1 緊張時における桁頭頂部付近のひび割れ

橋脚支点において連続主ケーブルは、主桁の負モーメントに抵抗するため、フィン頂部に集中配置されている(3列×3段、図-2)。このケーブルがモーメントの大きさに応じて曲げ下がって配置されているため、緊張時に下向きの応力(以下腹圧力とする)が発生する。設計上、シーす間のコンクリート厚は 28mm と非常に薄い。このことから、応力集中が懸念されたため、FEM 解析を実施した。その結果、腹圧力推定荷重時 ($P=90\text{kN}$) にはコンクリートの引張強度を超える応力 (6.4N/mm^2) が発生することがわかった。フィン頂部の破壊は、全体系に与える影響が大きいことから、部分的な実規模載荷試験により、補強検討を行うこととした。

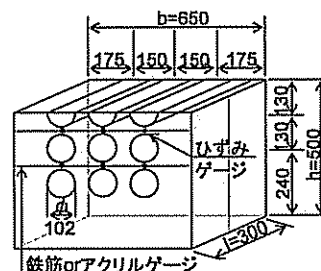


図-3 試験体概要図

3.1.1 試験概要

試験体は、PC 過密配置部を橋軸奥行き方向 30cm の範囲で切り出した試験体とし、無補強試験体(ケース 1)と、補強筋(D19)を有する試験体(ケース 2)を製作した。(図-3) 荷重載荷は静的載荷とし、載荷時の荷重が試験体に均等に作用するように厚肉の載荷治具を用いるとともに、試験体の底面には摩擦により変形が拘束されないようテフロン板を 2 枚敷設した。計測項目は、補強鉄筋およびケース 1 にて補強鉄筋と同位置に配置したアクリルゲージのひずみである。

3.1.2 試験結果

(1) 破壊形態

載荷試験における破壊状況は次のとおりであった。(写真-1、2)

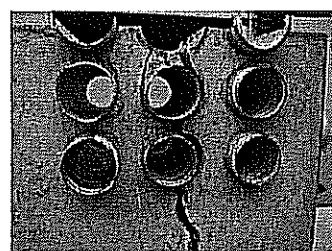


写真-1 ケース 1 破壊状況



写真-2 ケース 2 破壊状況

キーワード PRC 下路ラーメン構造、フィンバック形式、緊張管理、上げ越し量

連絡先 〒980-8580 仙台市青葉区五橋 1-1-1 東日本旅客鉄道株式会社 TEL 022-266-9660

①無補強の試験体は、シース直下に表面ひび割れが発生し、ほぼ同時に鋼棒の長手方向に2つに分断される破壊となった。

②①より、無補強の試験体は最大荷重に達したときに脆性的に破壊する。

③補強筋を配置した試験体は、シース直下のひび割れ発生後、徐々にひび割れが進展し、最終的に耐力を失った。

(2) ひずみ分布

図-4にケース1のひずみ分布図を示す。図より $P=90\text{kN}$ 時、ひずみはコンクリート弾性域を超えていることからすでに内部でひび割れが生じているものと考えられる。図-5にケース2のひずみ分布図を示す。図より $P=90\text{kN}$ 時、ひずみは弾性域内にあることがわかる。このことから、ケース1と異なり補強筋を有する試験体は、緊張時においてもコンクリートの表面および内部にひび割れの発生はないものと考えられる。試験結果から以下のことがわかった。

①無補強の場合、主ケーブル緊張時に内部でひび割れが発生する。

②補強筋を有する試験体の場合、緊張時に作用する応力は弾性域内である。また、補強筋ありの試験体は無補強試験体の40%に影響を低減していることから、補強効果が認められる。また、補強効果により脆性破壊はしていない。

これらのことから、補強効果は十分であることが確認された。よって、実構造物では D19 の鉄筋を 250mm 間隔で格子上に配置することとした。

3.2 連続主ケーブル緊張管理と上げ越し管理

新橋りょうの上げ越し管理においては、支保工の弾性変形、固定荷重、付加荷重、プレストレス、クリープ・乾燥収縮の影響に加え、美観上の上げ越しを径間中央で 10mm と設定した。図-6に上げ越し計画量を示す。また、主ケーブルは3つのフィン頂部を越える形状となり、桁中央設計断面における緊張導入力の確保が課題であった。そのため、設計導入力を確保できない場合を想定し、追加 PC ケーブルによる緊張力導入可能とするため、予備シースダクトを設けておく計画とした。連続主ケーブルの緊張管理においては、ねじり剛性が低いフィンバック形式の広幅員下路桁に一度に大きな緊張力を導入するため、桁に極力不必要なねじりを加えないよう注意し、4組のジャッキ・ポンプを用いて、上下流の同形状ケーブルをほぼ同時に両引き緊張を行った。図-7に緊張導入力の高さ変化を示す。図より概ね予測値と測定値は一致し、主桁に緊張力が適切に導入されていることが確認できた。

4. おわりに

今回は、PRC 構造の鉄道橋における設計上の課題と緊張管理について報告した。今後、同様に行われる工事において参考となれば幸いである。



写真-3 工事現場 (2007.4 現在)

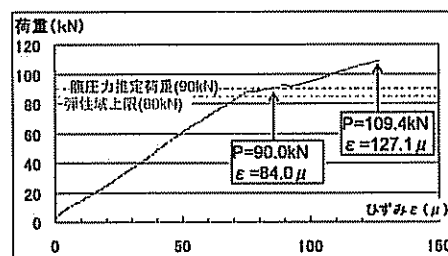


図-4 ひずみ分布図 (ケース 1)

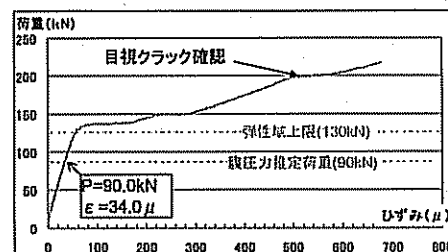


図-5 ひずみ分布図 (ケース 2)

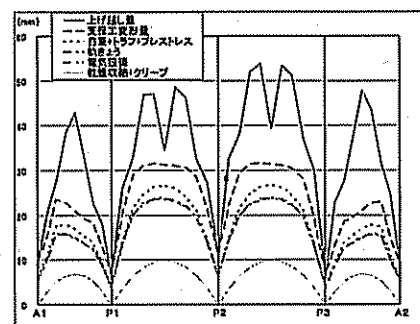


図-6 上げ越し計画量

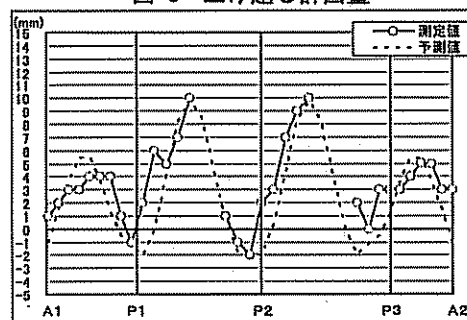


図-7 緊張力導入力の高さ変化