

鉄道橋りょう改築工事における施工管理

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 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 程度上昇する必要が生じたため、現橋りょうの 20m 上流側に新橋りょうを別線方式により構築している。本報告では、本橋の設計・施工概要について述べることにする。

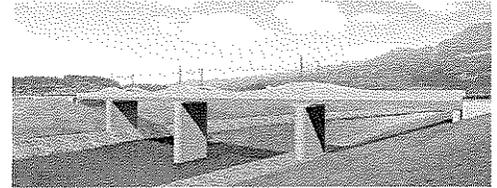


図-1 橋りょう部フォトモンタージュ

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。また、図-1 に橋りょうフォトモンタージュを示す。

- ① 曲線を用いた形状とし、さらに桁頭頂部を平らにすることで視線の誘導を避ける等、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が不要となったため、計画線形での軌道こう上量を最小限に抑えた。

3. 新橋りょうフィン頂部の腹圧力確認試験

新橋りょうのフィン頂部は、図-2 の橋りょう断面図に示すとおり、主桁の負モーメントに抵抗する主ケーブル (19S15.2) が 3 列×3 段で配置されている。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、緊張時にはケーブル曲線配置域において下向きの応力が発生する。フィン頂部はシース間が 28mm と非常に薄いため、主ケーブル緊張による荷重載荷時 ($P=90\text{kN}$ 、以下腹圧力推定荷重とする) には大きな応力集中が予想された。そこで、FEM 解析と載荷試験を行い補強対策について検討した。

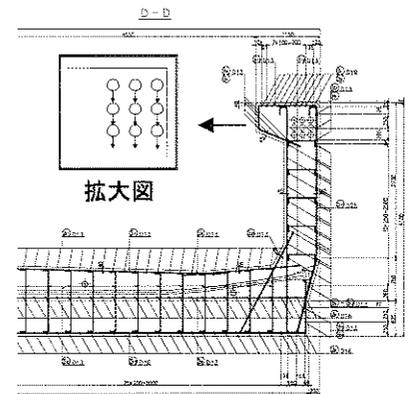


図-2 橋りょう断面図

4. 試験概要

表-1 に示す FEM 解析結果より、腹圧力推定荷重時、最大で 6.4N/mm^2 の引張応力が発生することが確認された。コンクリートの引張強度は圧縮強度の $1/9\sim 1/13$ であり、本橋の場合は $3.1\text{N/mm}^2\sim 4.4\text{N/mm}^2$ である (表-2 参照)。これらのことから、主ケーブルを緊張する際、シース過密部においてコンクリートの引張応力以上の応力が発生することが確認された。そこで、載荷試験を行い補強筋の有効性および補強量を検討することとした。図-3 に試験体概要図を示す。また、表-2 は今回の試験で用いた試験体の諸元である。試験体は補強筋の有無に着目し、以下の 2 体とした。

表-1 FEM 解析結果

腹圧力推定荷重 (kN)	最大応力(N/mm ²)	
	引張	圧縮
90.0	6.391	-10.666

表-2 試験体諸元

試験体 No.	試験体形状 (mm)	補強鉄筋 (SD345)	圧縮強度 (N/mm ²)
ケース1	650 × 500 × 300	-	40(34)
ケース2		D19	

ケース 1：無補強の試験体

ケース 2：補強筋 (D19) を有する試験体

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。

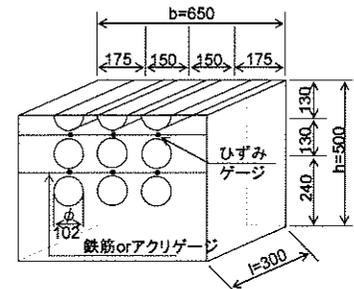


図-3 試験体概要図

5. 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 はケース 1、写真-2 はケース 2 の試験体破壊状況である。

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。

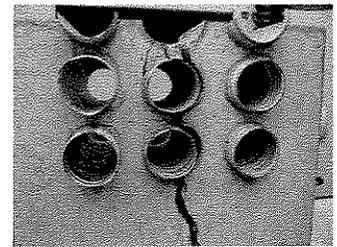


写真-1 ケース1 破壊状況

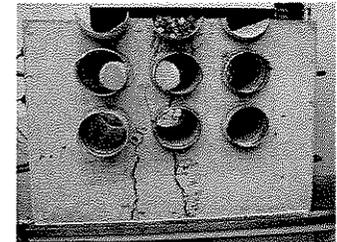


写真-2 ケース2 破壊状況

(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=90kN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=90kN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%に低減していることから、補強効果が認められる。

③ケース2において、内部ひび割れが進展している遷移域はP=120kN～P=200kNである。補強筋効果により、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。

6. 施工前確認試験

本橋りょうは鉄筋やシースが密に配置されているPRC構造であることから、コンクリートの充填性を確保するため、スランプを18cmに設定している。このことから、立ち上げ部（ハンチ部）施工においては、コンクリートを物理的に制御するのが難しいため、押え型枠を設置し、吹出し施工を行なうこととした。しかし、試験施工において、コンクリートが軟らかいことから十分に締固めを行なうことができず、表面にあばたが多く発生した。そこで、あばた対策試験を行った。試験の種類を写真-3に示す。

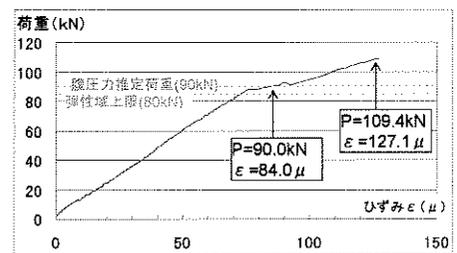


図-4 ひずみ分布図(ケース1)

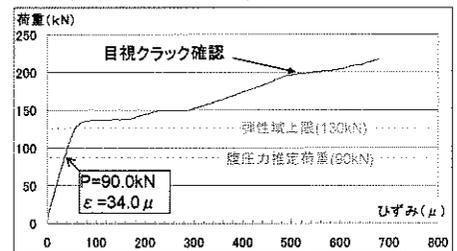


図-5 ひずみ分布図(ケース2)

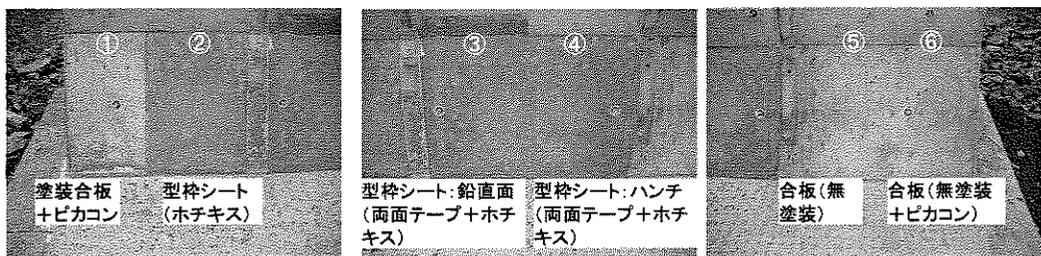


写真-3 試験結果

試験の結果、若干コンクリートが黒ずむものの、②、③、④試験体ではあばたが大幅に軽減されたことから、本施工では型枠にシートをあらかじめ取り付け、さらにエアかき棒（ピカコン）を使用することとした。

7. おわりに

今回は、PRC構造の鉄道橋りょうにおける施工管理について報告した。今後、同様に行なわれる工事において参考となれば幸いである。

参考資料

1) 大庭光商・岩田道敏・石橋忠良：斜張橋のサドル定着部の設計、SED No. 5