

マルチストランドケーブルを使用した PRC 連続 2 主版桁橋の プレストレス力導入に関する一考察

東日本高速道路㈱ ○正会員 高久 英彰 正会員 藤野 和雄 及川 俊介

1. はじめに

NEXCO 東日本 関東支社では、PC グラウト注入において、充填性の向上を目的として、PRC 連続 2 主版橋の主ケーブル（内ケーブル）を対象とした CCD カメラを併用した自然流下方式による PC グラウト注入試験を実施し、その有用性を確認している¹⁾。これに伴い、従来のプレグラウト鋼材のシングルストランドケーブルを使用した構造に替わり、マルチストランドケーブルを使用する構造を計画し、設計・施工を行っている。

上記のような状況下において、過去のシングルストランドケーブルを使用した PRC 連続 2 主版橋の中間支点部近傍下縁においてひび割れ発生が確認されていたことから検討を行ってきたが、今回、新たに工事に使用するポリエチレンシースの摩擦係数が設計上使用する摩擦係数よりも小さいことに起因した微細なひび割れの発生が確認された。

本稿は、この発生原因の検証とプレストレス導入における検討内容について報告するものである。

2. 対象橋梁

今回対象とする橋梁一般図および断面図を図-1に、橋梁諸元を表-1に示す。

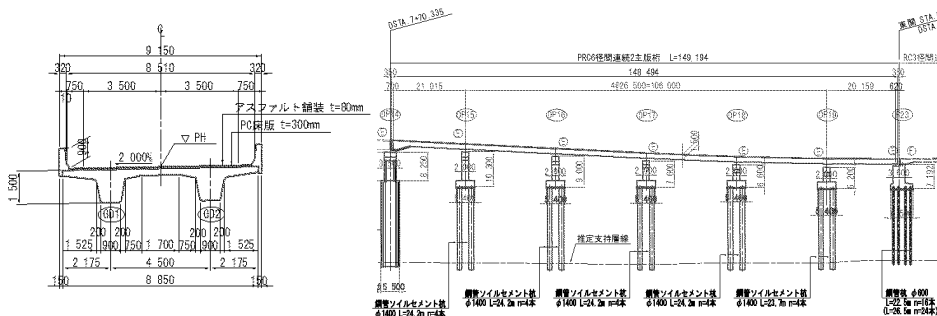


図-1 橋梁一般図 および 断面図

表-1 橋梁諸元

橋梁形式	PRC6径間連続2主版橋	
橋 長	149.274m	
支間長	21.015m+4@26.500m+20.159m	
平面線形	R=∞~R=5000	
斜 角	90° 00' 00"	
上 部 工	強 度	$\sigma_{OK}=36\text{N/mm}^2$
	セメント種別	早強ポルトランドセメント

3. 温度応力とプレストレスによる影響を考慮した事前検討

過去において確認された支点横桁付近のひび割れ発生原因は、温度応力とプレストレスの影響によるものであった。プレストレスの影響は、PC ケーブル緊張時に、桁が支保工により支えられていることから、桁自重が完全に作用しないため、中間支点付近のウェブに引張応力が発生し、ひび割れが発生したものと考えられる。このことから、温度応力およびプレストレスによる影響に着目して検討を行うこととした。

はじめに温度応力に関して、当初計画の早強ポルトランドセメントの使用から普通ポルトランドセメントへ変更するとともに、温度応力解析を実施した。温度応力解析結果としてひび割れ指数表示図を図-2に示す。支点横桁付近ウェブ側面および底面のひび割れ指数は1.20~1.40程度であり、有害なひび割れは発生しにくいと判断できる。

次に、プレストレスによる影響の検討を行う。桁断面に配置されるPC鋼材4本を全て緊張した場合、支点下縁付近に最大で8.89N/mm²程度の引張応力が発生することが確認された。従って、一次緊張として主桁自立に必要なPC鋼材（2/4本）へのプレストレス導入後、支保工をダウンさせることで死荷重を完全に主桁へ作用させ、その後二次緊張として残りのPC鋼材をプレストレスの導入を行う分割緊張を行う計画とした。分割緊張を実施した際の応力図を図-3に示す。なお、設計上、安全側の仮定として一次緊張時の応力度は

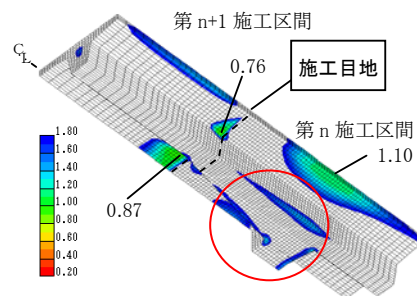


図-2 温度応力解析結果

キーワード：PRC2 主版橋 耐久性向上 摩擦係数 ポリエチレンシース

連絡先：〒110-0014 東京都台東区北上野 1-10-14 Tel:03-5828-8723 Fax:03-5828-8194

桁に自重が全く作用しない場合としている。

分割緊張においても、支点部の下縁に最大 5.69N/mm^2 程度の引張応力度が発生することがわかった。しかしながら、この引張応力は、先にも述べた設計上の仮定および支保工ダウンまでの施工時の一時的な応力であることを考慮して、鉄筋での補強は行わず、コンクリート表面へのアラミドメッシュ繊維配置のひずみ緩和対策を実施することにした。

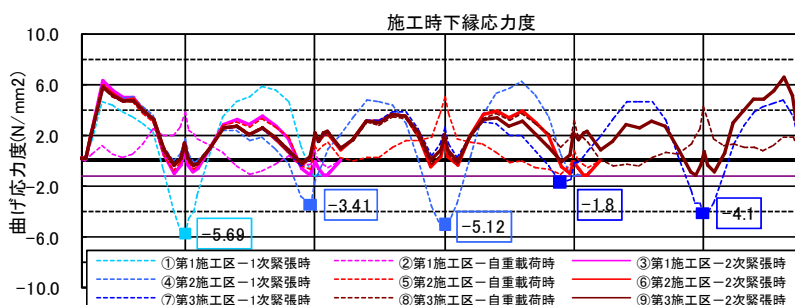


図-3 分割緊張における施工時下縁応力度

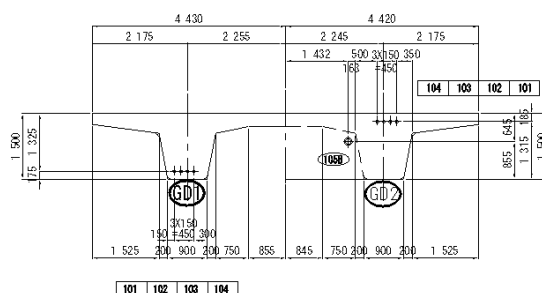


図-4 PC 鋼材配置図

表-2 実緊張時の摩擦係数

Dラン橋第一施工区間緊張結果					※着色ケーブルは一次緊張				
GD1側					GD2側				
緊張順序	PC鋼材 No.	最終緊張力	μ 値		緊張順序	PC鋼材 No.	最終緊張力	μ 値	
7	101L	40N/mm2	0.18		8	101R	40N/mm2	0.18	
4	102L	40N/mm2	0.16		3	102R	40N/mm2	0.17	
6	103L	40N/mm2	0.18		5	103R	40N/mm2	0.18	
1	104L	40N/mm2	0.13		2	104R	40N/mm2	0.17	
GD1平均 μ 値				0.163	GD2平均 μ 値				0.175

り、設計時の μ 値 0.3 の 50%~60%程度であった。

実緊張時の摩擦係数を考慮した場合、DP15 支点付近では設計で想定しているよりも平均で 1.115 倍大きいプレストレス力が導入されていることとなり、GD1 では、二次緊張後に引張応力度の目標値 1.15N/mm^2 を超え、ひび割れが発生したものと判断された。

5. 対応方針の検討

第二施工ブロック以降の施工ブロックでは、DP15 支点付近と同様に、摩擦係数 μ が当初設計条件よりも低く、プレストレス力が 1.115 倍になると想定した検討を行い、引張応力度の目標値である 1.15N/mm^2 を超える支点部 (DP19) において、プレストレスコンクリート構造の引張鉄筋として照査を加え、配置する鉄筋量を増やす対策を行った。その結果、残りの施工ブロックでは、ひび割れの発生無く施工を終えている。

なお、GD1 で確認された微細なひび割れについては必要な調査・対策を実施して耐久性を確保する方針である。

6. まとめ

PRC 連続 2 主版橋は構造の特徴として桁高が低く桁幅が小さい。PC 鋼材の配置計画によっては、プレストレス導入時に支点部近傍の下縁に引張応力が発生する傾向がある。加えて、一般的に使用されている設計における摩擦係数 μ と比較して工事で使用するポリエチレンシースの摩擦係数は 50%~60%程度であることから、支点部が過緊張となる場合があり、支点部の下縁に設計時の想定よりも大きな引張応力度が発生する可能性がある。

以上より、設計では温度応力の影響検討および分割緊張の検討をしたうえで、支点部付近において引張応力度の目標値に近い発生応力度が確認された場合には摩擦係数を外ケーブルのポリエチレンシースの摩擦係数 0.15³⁾程度まで低減した照査を実施し、配置鉄筋量を増やす検討を行うことが望ましい。

参考文献

- 1) 高久, 安川, 及川, 奥山, 今井: CCDカメラ併用自然流下方式によるPCグラウト注入方式, 土木学会第66回年次学術講演会, 2011年9月
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書 III コンクリート橋編, 2012年
- 3) 土木学会: コンクリート標準示方書【設計編】, 2007年