

第13回土木施工管理技術論文【最優秀論文賞】紹介

下部工P C緊張時の躯体への応力を軽減し、ひび割れを抑制した

三重県土木施工管理技士会
 日本土建株式会社
 土木部エンジニアリング事業課
 現場代理人 奥岡 剛

1. はじめに

三重県北勢地域の中心都市である四日市市の内陸部を環状に連絡し、四日市市内に集中する交通を適切に分散導入し、国道1号及び23号等の渋滞緩和及び道路交通の安全確保を図るプロジェクトです。

当工事で構築する構造物と同一形状の橋脚を前年度工事(図-1)で施工している。完成後およそ6ヶ月でひび割れが発生し、原因の究明をする必要があり、その結果を当工事を含めた新設4橋脚に生かし、同じ要因によるひび割れの発生を抑制する必要性があった。工事監理連絡会を活用し、発注者・設計者・施工業者が三位一体になり、施工方法の検討、検証方法の検討、検証用の計測などを実施した。不静定構造物のそれぞれの段階での応力を設計業者が計算し、施工業者が測定することにより実証した。

工事概要

- (1)工 事 名：平成17年度 くるべ高架橋下部工事
- (2)発 注 者：国土交通省 中部地方整備局
- (3)工事場所：三重県四日市市大矢知町地内
- (4)工 期：平成18年2月16日～平成19年12月28日

2. 現場における課題・問題点

前年度工事の検証と当工事の施工に向けて、工事監理連絡会を数回開催し、問題点の洗い出しと、今後の施工に向けての対策を検討した。

その結果、主に以下の点が課題としてあげられた。完成工事を検証するに当たり、データが不足する場合は、今後の対策案を立案した。

- ①梁への導入プレストレスが設計想定値と比べて約9%程度過大であった。

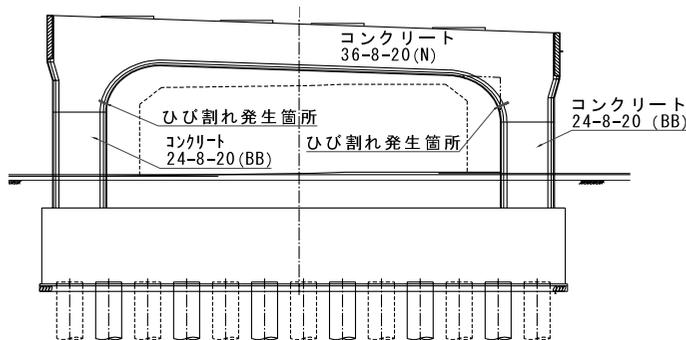


図-1 前年度工事ひび割れ発生正面図

- ②コンクリートの配合強度が目標強度の約1.3倍の強度が出ている。
- ③コンクリート中の単位セメント量が多い場合は乾燥収縮によるひびわれ発生の可能性も高まるため、注意が必要である。
- ④不静定構造物の構造特性や施工基準等の周知が十分でなく、単純に、梁自重を支持していた方が安全であるとの安易な判断があった。
- ⑤設計図面等に施工上の注意事項等が明示されておらず、不親切であった。
- ⑥支保工は、橋脚支柱やハンチを水平方向には拘束しない配置としていたため、プレストレス導入に対して支障を来たすものではなかった。
- ⑦発生したひびわれに対して、今後さらに拡大進行していく可能性について検討するとともに、経過観測を実施する必要がある。

構造体は、不静定構造物であり、下部工の死荷重時と、供用開始時とでは梁に受けるモーメントは反対になる。

前年度工事では、梁コンクリート打設後、所定の強度を確認し、支保工で全荷重を受けた状態で、PC鋼線を緊張した。

施工方法を踏まえた検討結果は下部構造物に配置されるPC鋼線の緊張力導入時に、支保工をそのまま存置していた事と、下部工工事完成時に最終全死荷重（上部工荷重も含む）に耐える緊張力を導入したことなどの複数の要因が関与していると考えられる結果になった。

また、完成検査時にひび割れがなかったことを考えると、コンクリートの乾燥収縮、クリープなどコンクリートの経年変化に伴う変状も影響しているのではないかとの結果に至った。

そこで、今後構築する橋脚についての対

策を施工業者と設計業者の間で実際の施工に合わせた手法で検討を行った。

3. 対応策・工夫・改良点

各施工業者が、自社で使用するコンクリートを試験練りした試験結果と、支保工の配置計画を設計業者に提出する。

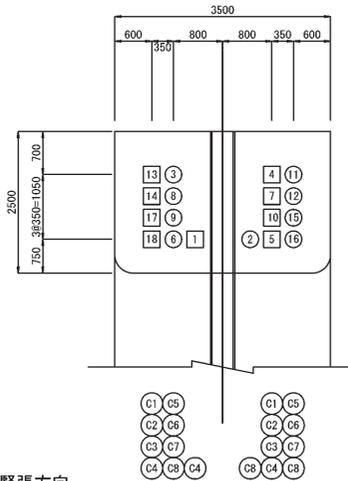
設計業者がそれぞれ橋脚毎にコンクリート打設の時期、支保工の撤去方法と緊張力の導入方法の手順を検討し、計算することにより、躯体にかかる応力を最小の方法を選択する方法で、施工を進める方針に決定した。

- ・不静定構造物の場合は、設計時における想定値を目標に管理することが必要である。
- ・支保工により梁自重が支持された状態でプレストレスを導入した場合の構造計算を行い検証した。検証の結果、ひび割れ発生箇所における鉄筋の引張応力度が許容値を超過しないように緊張し、ひびわれ発生を抑制する。
- ・緊張作業時において、型枠（木製）の破損変状等は確認されておらず、梁部材に導入した緊張力は型枠に伝達されていないものと判断された。
- ・発生応力度上からの見通しひびわれ発生箇所に引張応力度を発生させている主要因は、梁に導入したプレストレス力であるが、コンクリートのクリープひずみにより、プレストレス力は時間の経過にしたがって減少していく。したがって、引張応力度も減少していくこととなるため、今後、ひびわれが拡大していく可能性は低いと考えられる。

以上の検証を踏まえ、新規工事については、以下の事を行う事にした。

- ① 下部工施工時には全ケーブルを緊張せ

緊張順序 S = 1/50



1. 緊張方向

- 左側からの緊張を示す。
- 右側からの緊張を示す。

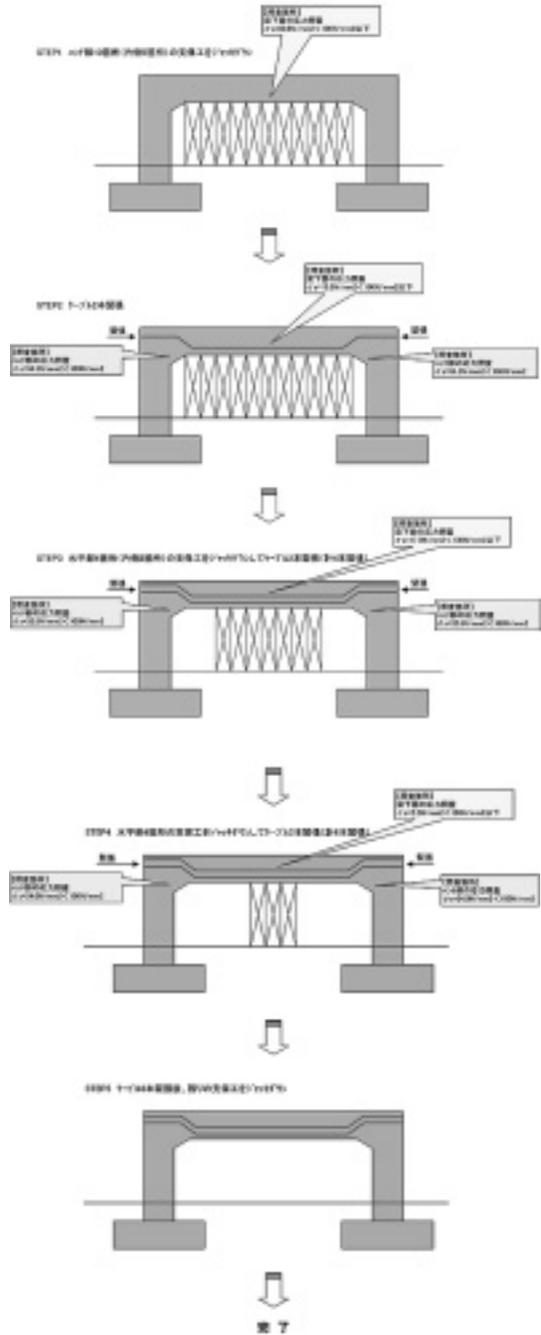
2. 緊張順序

1～6のケーブルは下部工施工時の一次緊張ケーブル順序を示す。
7～18のケーブルは上部工施工時の二次緊張ケーブル順序を示す。

図一 2 上・下部工の分割施工

ず、下部工の梁の死荷重及び上部工荷重（鋼桁）のベント支柱設置状態での重量に耐えるまでの緊張力を導入することとした。（図一 2 参照）

- ② 上部工業者はベント支柱解体前に残りのケーブルを全緊張し、上部工荷重に耐え得るようにする。
- ③ 下部工施工時は支保工の解体手順を調整し、支保工の解体とケーブルの緊張を交互にすることにより、躯体への応力が最小になるように緊張力を導入する。（図一 3）
- ④ 下部工業者は、緊張せずに終了するシース管については、ポリエチレン製のシース管を使用し、防錆に配慮する。
- ⑤ 下部工業者が、コンクリート打設前にコンクリートのひずみ計を設置し、コンクリート打設直後からコンクリートのひずみを測定し、供用開始まで、測定を行



図一 3 下部工施工時段階施工フロー図

う事とした。（写真一 1）

- ⑥ 下部工施工時の緊張力導入を段階施工とした為、それぞれの段階に於いてもひずみ計を利用して応力を確認する。それ



写真-1 データロガーを用いた計測状況

それぞれの各段階に於いて、設計計算との比較を行い、問題がある場合は再検討を行う。

- ⑦ 緊張力導入時には、発注者、設計者、施工業者の3者が立会い、問題発生時には即座に対応できる体制をとる。

以上の検討結果により、三者納得の上、施工に着手した。コンクリートのひずみ計の設置に関しては、「コンクリートひずみ計」のみの設置では万が一ひび割れが発生したり、想定外の場所でのひび割れに対応できないため、鉄筋計（鉄筋にひずみ計を設置したもの）を用いることにより、対応することにした。

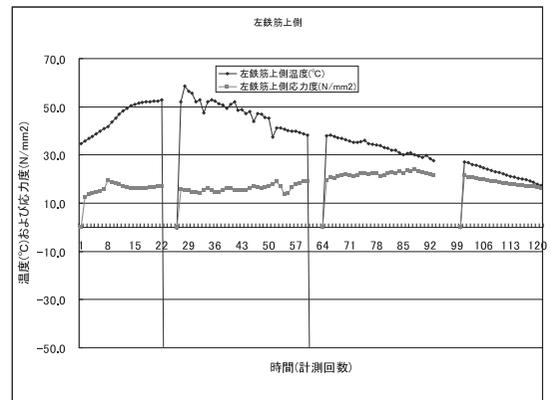
4. おわりに

各施工段階での詳細な検討を行うとともに、段階的に緊張力を導入する、支保工を段階的に撤去するなどさまざまなことを工夫することにより緊張力に起因すると思われるひび割れの発生は見受けられなかった。

ひずみ計を用いた計測結果も下表のような結果が得られた。設計計算と差異は生じたが、設計よりも応力が小さくなるため、当初の目的は達成できたと思います。

今回の『改善』は発注者及び設計業者、施工業者が三位一体になり、施工を進めることにより、より良い構造物が出来たと思われる。

表-1 内部温度と応力度の関係



「今出来る最大限の努力」を行うことが出来たと考えられる。

施工業者として、通常的设计照査からは読み取れない部分や、特殊構造物、周辺環境などについては、工事監理連絡会などを有効利用し、『設計者の意図を読み取る』作業が重要になってくると思います。

最後に、今回の施工にご協力いただいた発注者、設計業者の方々には厚く感謝しお礼申し上げます。