

安達太良大橋 張出し施工時の養生とその効果

(株) 富士ピー・エス 正会員 ○ 森 雄一
白沢村役場建設課 国分 勝雄
大玉村役場建設課 渡辺 初治
(株) 富士ピー・エス 正会員 田中 千尋

1. はじめに

安達太良大橋は、福島県の中通りの東西を結ぶ広域幹線道路として計画された橋長 206.4m の PC3 径間連続ラーメン箱桁橋であり、張出し架設工法により施工された。張出し架設工法では施工継目付近にひび割れを生じることがあり、特にウェブの内側に発生しやすい。そこで本橋梁において構造物のひび割れの防止を目的とし、ウェブの内型枠解体後に養生を行ったところ、ひび割れの発生に関して興味深い結果を得た。また、養生効果の確認のため、ウェブに着目したひずみ計測を行った。本稿はその結果について報告するものである。

2. 箱桁内ウェブの養生方法について

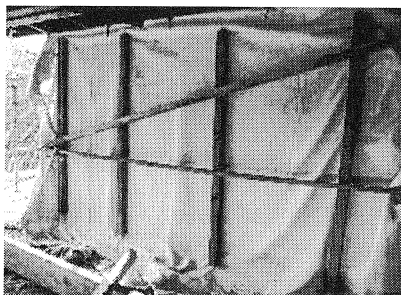
1) 施工方法と問題点

本橋梁の施工サイクルは、コンクリート打設から3日後にコンクリートの圧縮強度を確認し、主ケーブル(12S12.7)の緊張を行う。その後、次のブロックへワーゲンを移動し、鉄筋・PC鋼材・型枠組立を行う。張出し施工としては標準的な施工サイクルである。なお、ブロックの長さにより多少変動はあるものの、基本的に1サイクルは9日間である。(中央スパン95mを有し、P1橋脚上11ブロック、P2橋脚上14ブロックの張出し施工を行う。)

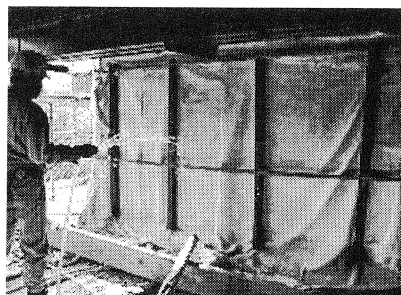
張出し施工時に箱桁のウェブにひび割れを生じることがあるが、これはコンクリート打設後、早期にウェブの内型枠を解体することが一因と考えられる。ウェブ側面などの鉛直面は給水による養生が難しく、水分の蒸発を防ぐ養生方法として、一般的には脱型せずに養生期間に型枠を存置しておく方法が用いられる。しかし、このサイクル日数で施工を行うためには、コンクリート打設の翌日にウェブの内型枠・小口型枠の解体を始めねばならない。そのうえ、型枠解体後には主ケーブルの挿入、各種鋼材の緊張と、主要作業が続くため、ウェブ内面の養生については十分でないのが現状である。

2) 型枠解体後の養生

本橋梁の施工では、このような型枠解体後の問題点を踏まえ、試行錯誤の末、簡便かつ経済的な養生方法を選定した。本橋梁における養生を写真-1に示す。



(a) 養生マットによるウェブの被覆



(b) 散水養生

写真-1 箱桁内ウェブの養生方法

打設から24時間後に型枠を解体する。その後、養生マットでウェブを被覆し、型枠セット時に用いた締付け材を利用して角材を締めこむ。使用する材料は、施工ブロックを覆うサイズに縫い合わせたフェルト製養生マットと、押え用の治具・角材のみである。養生水には橋面上に設置したタンク内の水道水を用いた。コンクリート標準示方書[施工編]に定められている早強ポルトランドセメントの養生期間を満足するよう、3日間散水を行った。

3) 養生の効果

型枠解体後に3日間、1日あたり3回散水養生を行った結果、目視で確認できるひび割れの発生を防ぐことができた。

比較実験として極端に散水の量を増やして養生を行った場合、微細なひび割れが、養生をしていない側よりも早期に発生している様子が見受けられた。特に既設コンクリートの近傍においてその現象が認められた。このひび割れはひずみゲージによる計測で判明した程度のものであり、強度や耐久性の点では問題ないが、今後の品質確保のためにもなぜ養生を行った側にひび割れが発生したかについて考察する。なお、「極端に散水の量を増やして養生を行った場合」とは、1日あたりの散水回数を6回に増やし、1回の散水はコンクリートの表面温度が散水前より下がったと手で触れて感じられる程度まで行った場合のことである。

図-1に簡易デジタル温度測定機で計測した打設後の温度変化を示す。コンクリート温度は、ブロック中央部において、ウェブと張出し床版の2カ所で計測を行ったものである。また、外気温は橋面上、水温は橋面上に設置したタンク内で計測を行ったものである。図-2に測定位置を示す。

コンクリートは打設から12~14時間後に最高温度に達し、その後徐々に低下していく。そして、96時間後の散水養生終了時には、ほぼ外気温に近い温度となっている。型枠解体完了時、すなわち散水養生開始時、コンクリートの硬化熱発生ピークは過ぎているものの、コンクリート温度は60℃を超えており高温である。このときのコンクリート温度と水温には40℃以上の温度差がある。コンクリート標準示方書[施工編]には養生に関する記述がいくつかあり、10.11.4でパイプクーリングによるマスコンクリートの温度制御法について触れている。それによると、(1) 通水温度が低すぎると、部材間および部材内部での温度差が大きくなり、ひび割れの発生を助長する場合がある、(2) コンクリート温度と通水温度との差の目安は20℃程度以下、という2点に留意しなくてはならない。本工事の場合にも、コンクリートと外気温の差についてはマスコンクリートに準じた扱いが必要である。

型枠解体後24時間(打設後24~48時間まで)は、コンクリートの温度が「平均水温+20℃」を超えている。この期間に低温の水で散水したことがコンクリートを急激に冷却することにつながったと考えられる。

適度に水分を含んだ養生マットはコンクリートの硬化熱の放散を抑え、コンクリートの急激な冷却を防止し、コンクリート温度を緩やかに外気温に近づける機能をもつものと言える。

夜間に冷え込んだり、寒冷地で施工が行われたりする場合、打設後のコンクリートと外気温の温度差が大

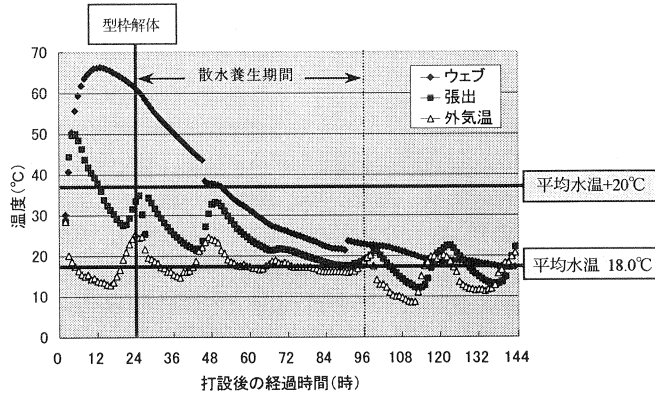


図-1 コンクリート温度と水温

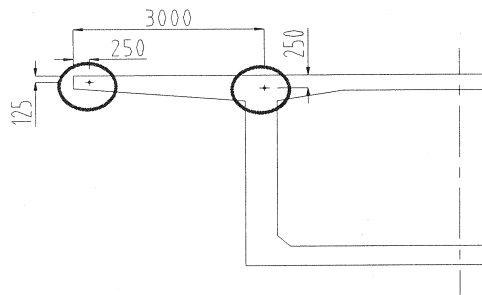


図-2 コンクリート温度測定位置

きくなることが懸念される。養生時の水温や外気温についても配慮し、コンクリートの急激な冷却を防止してコンクリート温度を緩やかに外気温に近づけるための対策が必要である。

4) 今後の養生方法の課題

今回ウェブの養生に使用した養生マットは、橋梁工事で実用化できるように施工性および加工性を重視した簡易的なものであった。そのためマットの表面には水分発散防止用の被覆がないうえ、ウェブを被覆しても重力の影響で水分が下降してしまうため保水性も乏しかった。型枠解体直後は外気の他にコンクリートの硬化熱の影響があり、水分の蒸発が急激に進む。養生の効果をより高めるためにも、水分を供給するための保水性と、水分の蒸発を防ぐための機能を兼ね備えた養生マットの改良が望まれる。また、養生マットをウェブに定着させるための角材を可能な限り増やすと、養生マットの密着度の向上が期待できる。

散水養生を行う際の水温管理には十分な注意が必要である。水温が低すぎる場合、部材との温度差が大きくなってしまいうため、結果的にひび割れを助長する危険がある。水温は、コンクリートの条件(部材厚、コンクリートの種類)と周辺環境の条件(施工地域、施工時期、外気温)を考慮して決める必要があると考えられる。

3. 箱桁内ウェブの脱型後のひずみ挙動について

1) ひずみ計測の概要

ウェブ脱型後の養生の有効性を確認することを目的として、コンクリート表面のひずみの計測を行った。図-3 および写真-2 に、ひずみゲージ貼付状況を示す。

養生を行ったウェブと行っていないウェブを対象とし、ブロック中央部にそれぞれ2カ所ずつ計4ヶ所、計測点を設けた。その計測点1点につき、鉛直方向と橋軸方向のひずみを計測した。なお、計測点には防水性確保のために樹脂を塗布し、その上にビニールテープを貼付した。

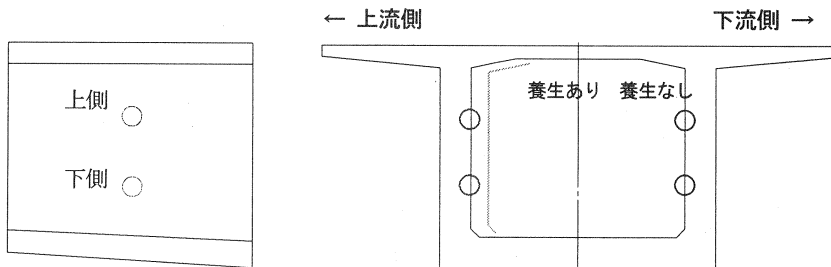
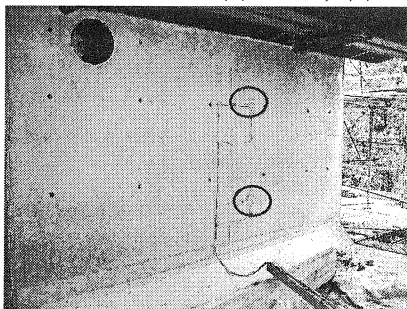
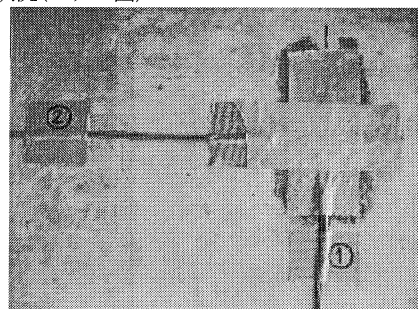


図-3 ひずみゲージ貼付状況(モデル図)



(a) 全体図



(b) 拡大図

写真-2 ひずみゲージ貼付状況

2) 計測結果

有効と判断できる計測結果を以下の図に示す。これは1日3回の散水養生をおこなった場合のコンクリー

ト表面のひずみ変化である。コンクリート表面のひずみの発生原因としては、コンクリートの硬化熱低下に伴う収縮ひずみ、コンクリート表面の水分蒸発に伴う乾燥ひずみが考えられる。

図-4 に橋軸方向のひずみ変化を示す。養生を行っていない側よりも、養生を行った側のほうが引張ひずみは小さい。

図-5 に鉛直方向のひずみ変化を示す。養生を行っていないウェブでは引張側のひずみが発生しているのに対し、養生を行ったウェブでは圧縮側のひずみが発生している。緊張開始前の段階では、養生を行ったウェブは引張側にひずみが変わり、ほぼ一定の圧縮側のひずみを示している。

打設から44時間を過ぎたところで、養生をしていない側のひずみが大幅に改善され、引張側から圧縮側に転じている。これは鉛直鋼棒の緊張が行われ、プレストレスが導入されたためと考えられる。

そのため、養生を行った側には若干劣るものの、養生を行っていない側でも引張ひずみを抑制できている。しかし、近年においては鉛直鋼棒を使用しない構造が採用されており、本橋梁のようなひずみの改善は期待できない。したがって、ひずみ経過より、鉛直鋼棒がなければひずみが増大していった可能性も否定できない。コンクリート表面のひずみは、プレストレスの他にも外気温や湿度等の影響を受けることが知られている。どの程度の影響を与えているか推定することは困難だが、初期養生を確実にすることにより引張ひずみを抑制できることがわかる。ひずみ計測の結果からも養生の効果は明らかである。

4. まとめ

養生効果の実測についてのまとめを3点述べる。

- 1) 養生は品質確保のために必要な工程である。型枠解体後に3日間、1日あたり3回散水養生を行った結果、目視で確認できるひび割れの発生を防ぐことができた。
- 2) 散水養生を行う際の水温については十分な注意が必要である。水温が低すぎる場合、部材との温度差が大きくなってしまいうため、結果的にひび割れを助長する危険がある。
- 3) 型枠解体直後のコンクリート表面のひずみ挙動から、養生の効果を確認できた。最後に、本工事における報告を今後の施工に役立てていただければ幸いである。

参考文献

- 1) コンクリート標準示方書 構造性能照査編, (社)土木学会, H14.3
- 2) コンクリート標準示方書 施工編, (社)土木学会, H14.3
- 3) 道路橋示方書・同解説 I 共通編, (社)日本道路協会, H14.3
- 4) 道路橋示方書・同解説 III コンクリート橋編, (社)日本道路協会, H14.3

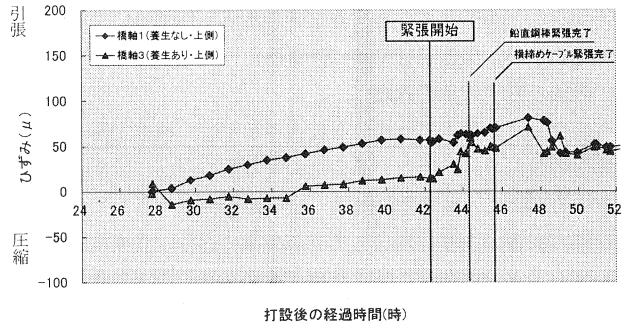


図-4 橋軸方向のひずみ変化 (1日3回の散水養生)

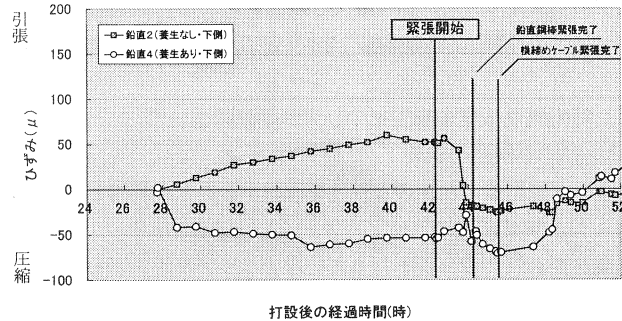


図-5 鉛直方向のひずみ変化 (1日3回の散水養生)