

伊良部大橋 PC 箱桁下床版のひずみ測定によるひび割れ発生メカニズムの確認

アール・アンド・エー 正会員 ○風間 洋, 琉球大学 正会員 富山 潤
 沖縄県 砂川 勇二

1. はじめに

伊良部大橋は、沖縄県宮古島と伊良部島を結ぶ現在建設中の海上架橋である。同橋の主航路部以外の上部工はPC箱桁橋であり、この形式は同県内池間大橋（平成4年2月竣工）や古宇利大橋（平成17年2月竣工）でも用いられている。この池間大橋や古宇利大橋では、既往の調査により、主桁下床版のPCケーブル定着部付近に下床版中央の橋軸方向のひび割れが確認されている。このため、100年耐久性を目標としている伊良部大橋では、これらのひび割れを防止する目的で、PC定着部付近のPC箱桁（以下、セグメントと呼ぶ）下床版にかぶり30mmでカーボンロッドのメッシュ筋（以下、CFCCと呼ぶ）を配筋し、ひび割れ防止のための補強を行っている。

本試験は、CFCC筋の効果を確認するとともに、下床版のひび割れ発生時期を特定するために、PCセグメント製作ヤードにおいてセグメント下床版にひずみゲージを貼り付け、架設・PC緊張に至るまでの連続測定を行い、下床版に発生するひずみ挙動を確認した。

その結果、セグメント下床版にはアウトケーブル緊張後に橋軸と直交方向のひずみが確認でき、ひび割れ発生時期を予測できたが、ひび割れは発生しなかった。

2. 試験概要

本試験は、以下の2項目の確認を目的とし、図-1に示すP9-L5セグメントの下床版にひずみゲージを設置し、主に以下の2項目に着目し測定を行っている。

- (1) セグメント架設前からアウトケーブル緊張後までの120日間の下床版下面のひずみの挙動確認
- (2) 発生応力の算定およびひびわれ発生時期の推定

図-2はP9-L5セグメントの標準断面および下床版下面に貼り付けたひずみゲージの位置図である。ひずみゲージは、下床版の伊良部島側に橋軸方向および橋軸直角方向のひずみが測定できるように貼り付けている。

ただし、ひび割れ発生位置の予測が困難なため、下床版を橋軸直交方向に3分割するようにひずみゲージを10枚連結したものを3セット、最もひずみが発生すると思われるセンターラインと下床版PC鋼線の配置直下に1枚ゲージ2セットを配置している。写真-1にセグメント架設状況を、表-1に調査実施要領を示す。

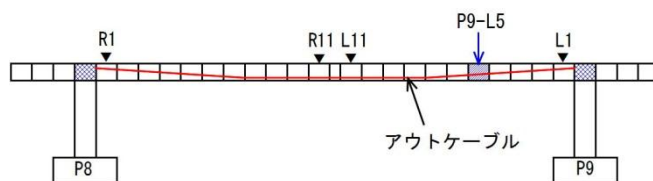


図-1 調査対象箱桁位置図

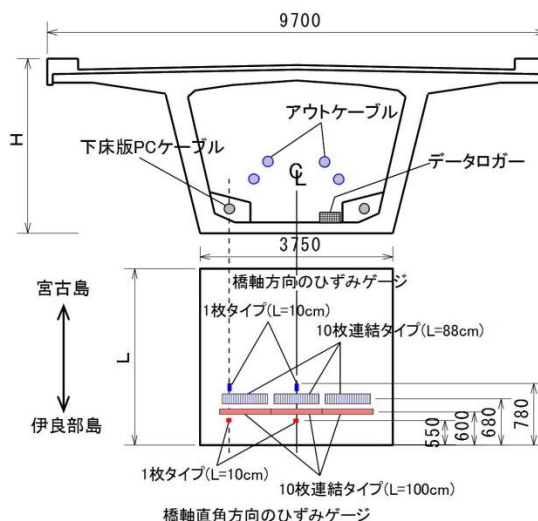


図-2 ひずみゲージ貼付位置模式図

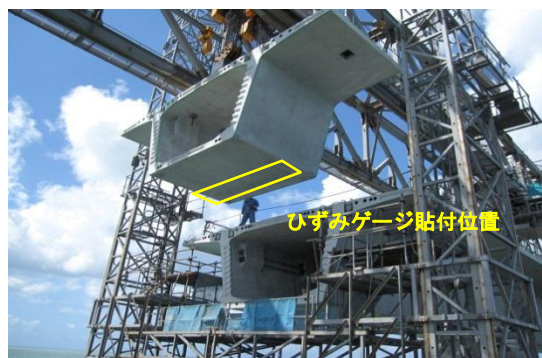


写真-1 セグメント架設状況

キーワード CFCC, PC箱桁, セグメント, 下床版, ひび割れ, ひずみ測定

連絡先 〒901-2132 沖縄県浦添市伊祖3-2-8 TEL 098-876-9578

表-1 試験実施要領

項 目	内 容
測定項目・位置	①測定項目：PC箱桁下床版下面の橋軸方向及び横断方向のひずみ
	②位置：P9-L5セグメント下床版下面（P9-L4側）
検出するひずみ	①橋軸方向：5カ所 （うち3箇所は平均ひずみ、2箇所は実ひずみ）
	②橋軸直角方向：5カ所 （うち3箇所は平均ひずみ、2箇所は実ひずみ）
測定方法	ポータブルデータロガーと蓄電池を使用し120日間程度のインターバル自動計測を行い、メモリーカードに記録する。計測間隔は10分とする。
計測内容	時系列でひずみの挙動を記録し、施工工程とひずみの挙動の関係を確認する。測定したひずみから応力を推定し、応力挙動を把握する

3. 試験結果

測定は、セグメント架設当日の平成 21 年 9 月 24 日から平成 22 年 1 月 21 日の 120 日間とし、途中セグメント運搬・仮設、上床版・下床版 PC ケーブル緊張、アウトケーブル緊張時のひずみを測定し、ひずみに弾性係数を乗じて応力に換算した（以下、換算応力）。

(1) ひずみの挙動

- 測定全般に渡り、橋軸方向は圧縮ひずみが卓越し、応力に換算すると 10N/mm^2 以下であった。また、橋軸直角方向では引張ひずみが卓越しており、換算引張応力は $0.99\sim 4.12\text{N/mm}^2$ であった。
- これらのひずみ変位が顕著に発生したのは 5 つの架設工程で、最も大きかったのは P8-P9 径間のアウトケーブル緊張後であった。
- アウトケーブル緊張後のひずみ発生イメージは、図-3 に示すようにケーブル緊張による引張ひずみ（ポアソン比から求められるひずみ）の他に引張ひずみが認められた。これは、ウェブ側の下床版が上に引っ張られる事により生じたと考えられたが、確認には至らなかった。この換算引張応力は最大 4.12N/mm^2 で、セグメントコンクリートの 28 日引張強度の 1.38 倍であった。
- また、アウトケーブル緊張後、橋軸直角方向中央部に比較的大きな圧縮ひずみ（換算圧縮応力の最大 5.99N/mm^2 ）が認められた。これは、アウトケーブル緊張後に下床版が下から押し上げられるような力が働くことにより、下床版下面中央では圧縮応力が働くと考えられる。
- 10 枚連結タイプのひずみゲージから得られたアウトケーブル緊張後の換算応力は、断面図中央<右側<左側の順で大きくなり、中央には圧縮応力、ウェブ側には引張応力が生じていたことから、橋軸直角方向に応力勾配が生じているこ

とがわかった。

(2) ひびわれ発生時期の推定

P9-L5 セグメントのひずみ及び応力の挙動から、セグメント下床版にひび割れが発生する時期は、アウトケーブル緊張後であると考えられる。しかし、測定完了後近接目視観察によりひびわれの有無を確認したところ、ゲージ貼り付け位置およびその周辺にひびわれは認められなかった。

ここで、セグメントは外割フライアッシュコンクリート（砕砂の 3% 置換）であり、28 日強度より 91 日強度が 14% 程度増加する。この結果からも、セグメントにひび割れが生じなかったのは、コンクリートの 28 日強度試験で求めた引張強度とセグメントのその差が大きかったか、あるいは、強度試験で求めた弾性係数とアウトケーブル緊張時のセグメントのその差が大きかった等の可能性が考えられる。

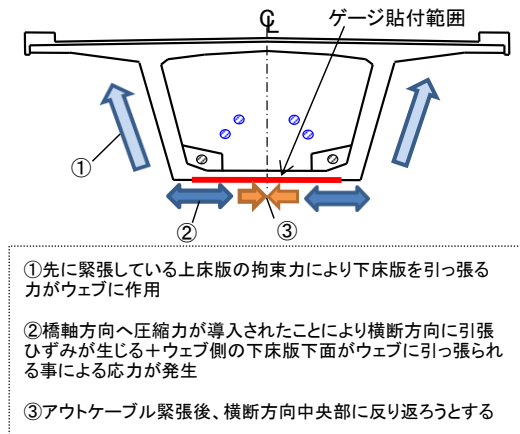


図-3 アウトケーブル緊張後のひずみ発生イメージ

5. まとめ

伊良部大橋 P9-L5 セグメントでは、架設に伴う工程においてアウトケーブル緊張後に最も大きなひずみが発生することが確認された。このひずみを応力に換算すると、セグメント下床版橋軸直角方向にはコンクリートの引張強度を上回る応力が確認されたが、ひび割れは発生していなかった。

謝辞：本試験を実施するにあたり、(株)中研コンサルタント小旗俊介氏並びに(株)マスト高橋壽雄氏には多大なご助言・ご協力を得た。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 伊良部大橋第 4 期コンクリート耐久性検討業務報告書、平成 21 年 3 月、沖縄県宮古土木事務所
- 伊良部大橋第 5 期コンクリート耐久性検討業務報告書、平成 22 年 3 月、沖縄県宮古土木事務所