

黒石嶋橋ハイブリッドセグメント桁 (HS 桁) の緊張について

(株)日本ピーエス 正会員 ○金枝 俊輔
 西日本高速道路株式会社 正会員 安藤 尚広
 (株)日本ピーエス 福山 孝徳
 (株)日本ピーエス 天谷 公彦

1. はじめに

長崎自動車道黒石嶋橋 PC 上部工改良工事(以下、本工事)は、一般県道諫早外環状線(長崎県)が諫早 IC に接続するため、諫早インターチェンジ E ランプにある黒石嶋橋(以下、本橋)の道路中心位置をシフトさせ、上下線で独立しているポステン T 型桁橋を連結一体化する工事であった。施工前および完成時の断面図を図-1 に示す。既設の中央分離帯と床版の一部を撤去した位置に新たに PC 桁を設置するものであったが、本橋の下に交通量の多い国道 34 号橋が交差しており桁下空間が使用できないこと、橋長が 27.2m で従来のプレテン桁が適用できないこと、桁幅に制限があり従来のセグメント工法では横座屈が懸念されることが課題として挙げられた。そこで「ハイブリッドセグメント桁」(以下、HS 桁)が初めて採用された。本稿では、HS 桁の緊張管理方法および緊張管理結果について報告する。

2. HS 桁の概要

工事概要を表-1 に、主桁構造図および断面図を図-2、図-3 に示す。HS 桁とはセグメント桁の一種であり、プレテンセグメントから延長した PC 鋼材を用いてポステンセグメントを現場接合・緊張することで一体化を図る PC 桁である。HS 桁は、高強度コンクリートと高強度 ECF ストランドを使用しているため桁高を抑えられ、従来のプレテン桁に比べ適用支間が長く支間 24.0m 以上の橋梁に対しても適用可能となる。

3. 緊張手順

本橋のポステンセグメントの主ケーブルは、ケーブル長が短く角度変化も小さいため、計算伸びが全ケーブルで 30mm となった。そこで、引張力と伸びを独立して管理する手法で緊張管理を実施した。緊張管理の課題として、ポステンセグメント長が短くセットロスによって所定のプレストレスが導入できない可能性があった。そのため、定着具とアンカープレート間にシム(調整板)を挿入し、セットロスの影響を排除することとした。シムの挿入を含めた緊張手順を図-4 に示す。また、本橋の主桁が新しい構造であることから、C1-R ケーブルの両端定着部にロードセルを設置し緊張力を測定した。併せて、セグメント継目部下縁付

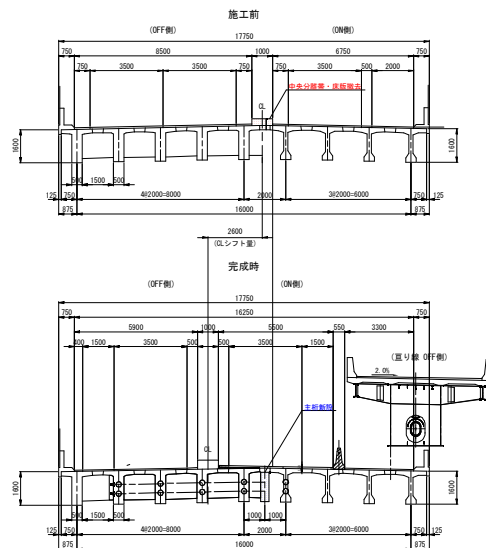


図-1 施工前および施工完成後の断面図

表-1 工事概要

形式	PC単純ポステンション合成桁	
橋長	27.200m	
支間長	26.300m	
使用材料	コンクリート	$\sigma_{ck}=60 \text{ N/mm}^2$
	PC鋼材	高強度 IS15.7ECF ストランド

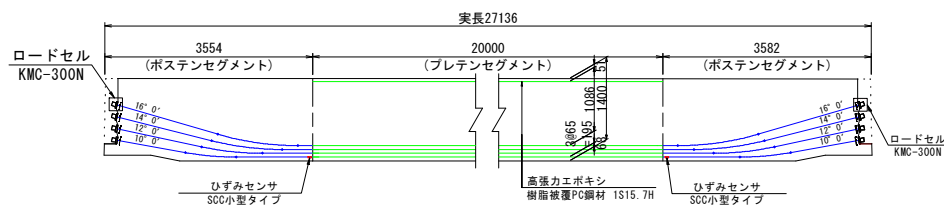


図-2 主桁構造図

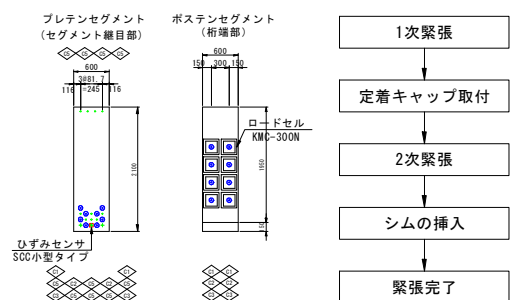
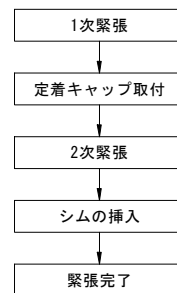


図-3 主桁断面図

図-4 緊張手順



キーワード ハイブリッドセグメント, 高強度コンクリート, ECF ストランド, プレキャスト構造

連絡先 〒914-8666 福井県敦賀市若泉町 3 番地 (株)日本ピーエス TEL 0770-22-1400

近にひずみセンサを配置し緊張時のひずみの変化を測定した。各センサの配置位置を図-2、図-3に示す。

施工に先立ち必要なシムの厚さを求めるため、主桁の仮組立を実施した。仮組立時の緊張力の測定結果を表-2に示す。定着時が1次緊張直後(セットロスの影響有り)、緊張完了時はシム挿入完了後の緊張力を示す。表-2から必要なシムの厚さはケーブルごとに異なる結果となった。実際の施工では、必要な緊張力を確保するため平均値である13.5mmの厚さのシムを挿入することとした。

4. 緊張管理結果

緊張管理結果を表-3に示す。各測定値は、全ケーブルにおいて許容誤差の±10%以内に収まる結果であった。HS桁では、プレテンセグメントの応力状態はポステンセグメントの緊張作業の影響を受けないため、継目部に所要のプレストレスを導入できるように緊張作業を行うことが重要と考えられる。今回の緊張では、測定伸び・応力ともに計算値を上回ったことから適切な緊張管理ができたと考えられる。

C1-Rケーブルの緊張力の測定結果および緊張力の推定平均値を表-4に示す。平均値はC1-Rケーブルの実測値を含めて算出している。なお推定値は、全ケーブルの緊張力と伸びの関係がほぼ同等であったことから摩擦係数を同程度とし、C1-Rの緊張力と伸びの関係を基準として各ケーブルの緊張力を推定した。測定緊張力は、計算値の導入直後の緊張力223kNに対し下回る結果であった。そこで、シムの厚さを標準の13.5mmから17mmに変更したところ、計算値に近づく結果となったため全ケーブルのシムの厚さを17mmとして再緊張を行った。ここで、緊張結果の妥当性を検証するため各ケーブルの緊張力の推定平均値を用い、セグメント継目部の応力状態を推定した。セグメント継目部下縁の応力状態の推定結果を表-5に示す。設計荷重作用時の合成応力度は、A1、A2側ポステンセグメントともに道路橋示方書に示される許容応力度を満足した。さらに、終局荷重作用時の合成応力度においても許容応力度を満足したことから、所要のプレストレスは導入できたと考えられる。

緊張時のひずみ履歴を図-5に示す。A1側とA2側ポステンセグメントのひずみはほぼ一致しており、両端で同等のプレストレスを導入できたものと推測できる。

5. まとめ

緊張管理の結果、許容される誤差の範囲内でプレストレスを導入できたと考えられる。必要なシムの厚さは、事前の仮組立の結果では平均で13.5mmであったが、実施工時は1次緊張時の緊張力が計算書の緊張力223kNよりも下回ったため17mmに変更し再緊張を行うことで緊張力を確保した。また、A1側とA2側ポステンセグメントの諸測定値・推定値は同一の傾向にあり、両端で同等のプレストレスを導入できたものと考えられる。

表-2 仮組立時の緊張力の測定結果

ケーブル番号	1次緊張(kN)	定着時(kN)	緊張完了時(kN)	シム厚(mm)
C1-L	223.6	163.1	218.3	13
C1-R	223.8	167.2	228.8	13
C2-L	223.6	166.6	227.4	12.5
C2-R	224.3	167.7	225.3	12.5
C3-L	222.3	155.5	224.9	14
C3-R	224.3	152.1	221.4	14
C4-L	225.1	158.8	228.5	14
C4-R	224.5	157.2	228.3	14

表-3 A1側およびA2側の緊張管理結果

ケーブル番号	計算伸び(mm)	測定伸び(mm)		計算応力(MPa)	測定応力(MPa)	
		A1側	A2側		A1側	A2側
C2-L	30	32	32	51.3	52	52
C2-R		32	31		52	52
C4-R		32	31		52	52
C4-L		31	31		52	52
C1-L		31	31		52	52
C1-R		32	31		52	52
C3-R		31	31		52	52
C3-L		31	31		53	52

表-4 緊張力の測定および推定結果

ケーブル番号	A1側		A2側	
	緊張力(kN)		緊張力(kN)	
	シム厚13.5mm時	シム厚17mm時	シム厚13.5mm時	シム厚17mm時
C1-R	210.6	218.3	214.9	215.7
平均	207.3	214.9	215.8	216.6

表-5 セグメント継目部下縁の応力状態の推定結果

荷重の種類	計算値	推定値		許容応力度
		A1側	A2側	
死荷重合計	-5.52	-5.52	-5.52	-
活荷重(最大時)	-2.45	-2.45	-2.45	-
クリープ・乾燥収縮差	-0.11	-0.11	-0.11	-
プレストレス	8.77	8.45	8.51	-
合成応力度(設計荷重時)	0.69	0.37	0.43	$0.00 \leq \sigma_{ca} \leq 18.00$
合成応力度(終局荷重作用時)	-1.03	-1.35	-1.28	$-3.00 \leq \sigma_{ca}$

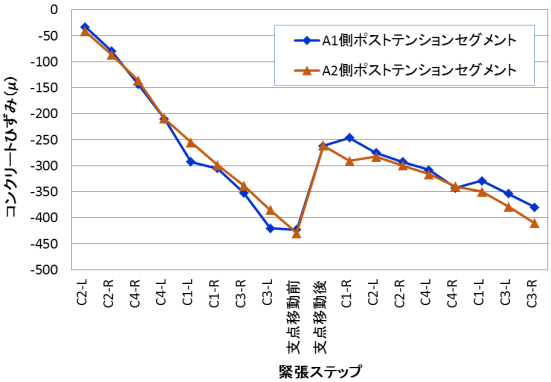


図-5 緊張時のひずみ履歴