

老朽化したPC橋梁の補強効果の検証

(社)静岡県土木施工管理技士会 静岡支部
平井工業株式会社 高橋 好彦

1. はじめに

国道1号 富士由比バイパスに架かる和瀬川橋は、塩害による環境下にある中で、剥離・鉄筋露出による損傷が、PC鋼材の腐食にまで到達していることが確認された。

このため、新橋への掛け替えまでの第一次補強対策として、外ケーブル工法を用いて、PC桁の補強工事をおこなった。

2. 工事概要

工事名：平成22年度 1号蒲原高架橋東工区橋梁補修工事

発注者：中部地方整備局 静岡国道事務所

工事場所：静岡市清水区由比

工事内容：桁補修工 1式
桁補強工 1式
仮設工 1式



3. 課題

和瀬川橋梁はPC鋼材の腐食によりプレストレスが低下していたことから、検討の結果、可及的速やかにPC桁の構造的健全性を回復するための対策として、外ケーブル工法による補強が選択された。

外ケーブル工法は既存のPC桁に大きな負荷をかける工法のため、腐食や劣化の程度が明確でない既存桁に対して適切な緊張力を設定し、なおかつ慎重に施工するための管理基準が求められた。

4. 対策と効果

外ケーブルの設置は、プレストレスの回復、劣化の遅延、断面補修材へのプレストレスの導入が目的である。外ケーブル緊張前と緊張後に桁のひびわれ幅・たわみ量 及び ひずみを計測して劣化程度の確認と効果の検証を行った。

① 計測項目と計測箇所の設定

劣化程度の確認と補強対策効果の検証を行うための計測は、活荷重による主桁の応力変動を確認し、損傷しているG1桁について、補強後に全断面圧縮になっているかを確認する。また、補強プレストレスの導入により、適切にプレストレスが分配されているかを確認するため、G1桁以外の主桁についても計測を実施する。

計測項目は以下の通りとする。

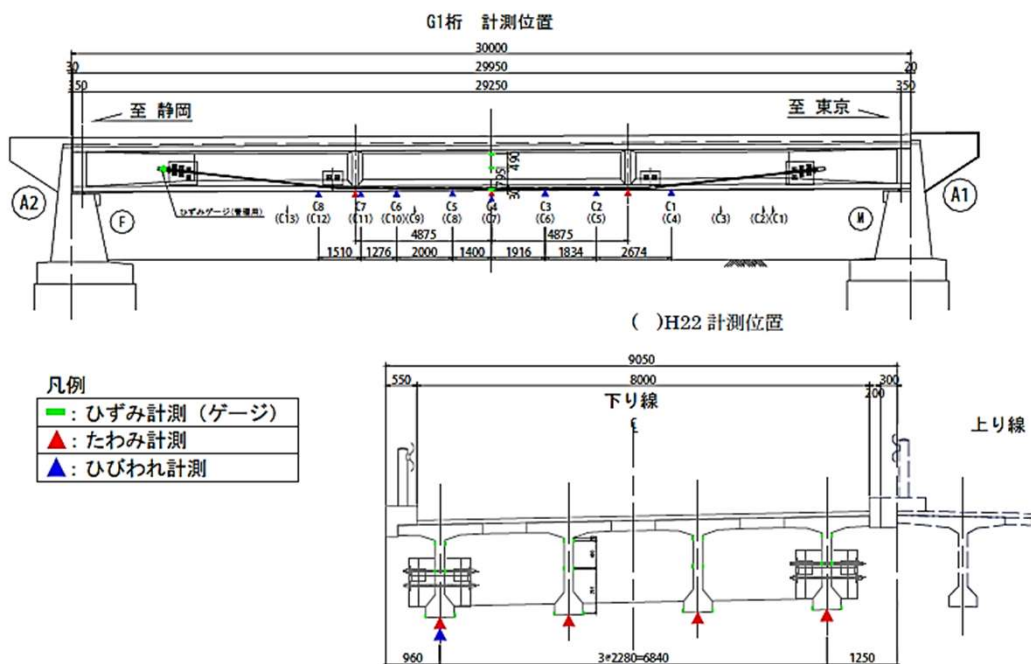


図-1 計測位置

表-1 計測内容と計測位置

計測項目	目的	設置位置	箇所数
① ひびわれ計測	主要8箇所を選定し、ひびわれ幅の変動から外ケーブル緊張による補強効果を確認する。	G1 桁下面	8箇所
② たわみ計測	補強対策前後の全4主桁のたわみ計測により、外桁のプレストレス導入に対する内桁への影響を確認する。	G1~G4 桁下面	3箇所×4桁 =12箇所
③ ひずみゲージ 計測	G2~G4や補強後のG1では、全断面圧縮の状態になっていると想定されるため、精度の高いひずみゲージにより、各主桁の応力状態を計測し、補強効果を確認する。また、桁断面の応力分布を調べるため上下で計測するとともに、橋軸方向での応力分布を把握するため、橋軸方向に3箇所計測を行う。	G1~G4 支間中央の 側面両側	6箇所×4桁 =24箇所
	外ケーブル緊張管理の参考として定着部の近接背面のひずみを計測する。応力の方向性を明確にするため水平・鉛直の2方向の計測を行う。	G1 緊張側 定着部背面	1箇所 鉛直方向:1枚 鉛直方向:1枚

② 補強外ケーブルの緊張力

補強外ケーブルの緊張時において、緊張側定着突起背面のコンクリートひずみが大きい値を示したため、緊張力 770N/mm²で、次の緊張力を 880N/mm²として、各計測値及び外観の確認を行った結果、緊張側定着突起背面のコンクリートひずみがさらに増加した。協議の結果、以下の理由から緊張力を 880N/mm²のまま作業中止とし、以降の緊張作業を行わないものとした。

- ・計画値まで及ばないものの、桁中央付近でのプレストレスは導入されている。
- ・定着突起背面のコンクリートひずみが大きい事から、これ以上の緊張力の増加は、既設構造物に悪影響を及ぼす可能性が懸念される。
- ・今回の補強目的は、永久使用するための完全な補強を目的としていない。

③ 試験結果 ※外ケーブル緊張力 G1桁:880N/mm² G4桁:330N/mm² とする。

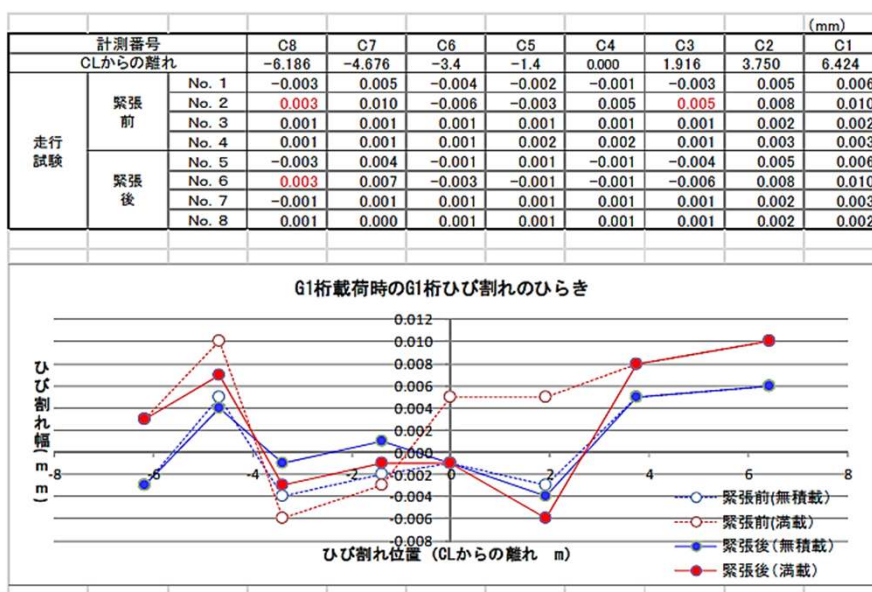
1) ひびわれ計測 結果

G1桁のひび割れ箇所について、補強外ケーブルの緊張前と緊張後でひび割れ幅の計測を行った。

ひび割れ幅の計測値は、値が小さく橋梁上を走行させた載荷車両の無積載と満載において、値の変動がないケースや満載車両載荷時の方でひび割れ幅が狭いケースなど、矛盾が生じる箇所が何点があるものの、全般的に補強外ケーブル緊張後でひび割れ幅が小さい傾向である。

また、計測箇所による違いでは、径間端部よりも径間中央部の方が、補強外ケーブルによる効果が大いことがうかがえる。

表-2 G1桁載荷時のG1桁ひび割れのひらき



2) たわみ計測 結果

表-3 主桁径間中央の鉛直たわみ

状態	載荷桁	載荷重量	鉛直変位(mm)			
			G1	G2	G3	G4
補強前	G1	10t	-2.217	-1.470	-0.719	-0.039
		20t	-3.806	-2.594	-1.310	-0.230
	G4	10t	0.017	-0.522	-1.260	-1.684
		20t	-0.447	-1.351	-2.583	-3.565
補強後	G1	10t	-1.912	-1.190	-0.572	-0.128
		20t	-3.479	-2.175	-1.287	-0.560
	G4	10t	-0.130	-0.574	-1.390	-1.887
		20t	-0.350	-1.099	-2.358	-3.243

補強を行ったG1桁について、補強前後では20t載荷時に $\sigma_y = -3.8\text{mm} \rightarrow \sigma_y = -3.5\text{mm}$ とたわみ量が軽減された。

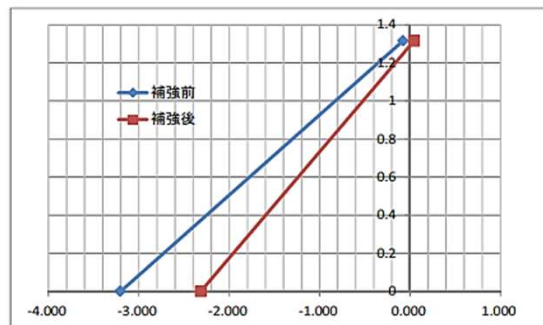
3) ひずみゲージ計測 結果

表-4 G1桁の補強前後の応力度(20t載荷時)

主桁径間中央断面のひずみ (10^{-6})								
状態	載荷桁	載荷重量	G1 上縁			G1 下縁		
			①	②	平均値	①	②	平均値
補強前	G1	10t	1.027	-0.528	0.249	43.622	52.077	47.850
		20t	1.312	2.993	2.153	77.388	105.611	91.500
補強後	G1	10t	-2.282	-2.406	-2.344	34.942	33.318	34.130
		20t	-2.396	-0.176	-1.286	67.925	64.341	66.133

主桁径間中央断面の応力度 (N/mm ²)								
状態	載荷桁	載荷重量	G1 上縁			G1 下縁		
			①	②	平均値	①	②	平均値
補強前	G1	10t	-0.036	0.018	-0.009	-1.527	-1.823	-1.675
		20t	-0.046	-0.105	-0.075	-2.709	-3.696	-3.202
補強後	G1	10t	0.080	0.084	0.082	-1.223	-1.166	-1.195
		20t	0.084	0.006	0.045	-2.377	-2.252	-2.315

上記応力度は、ヤング係数を $E_c = 35000\text{N/mm}^2$ として算出した。



G1桁について20t載荷時の主桁応力度を比較すると、補強後は補強前より応力勾配が急になっていることから、補強により主桁の断面剛性が高くなったと考えられる。

5. おわりに

今回の外ケーブル補強により、各試験結果から橋梁自体の耐力が向上したことが確認された。

各試験を実施することにより、補強後の耐力の向上が理論的に証明されたため、管理方法の適切性と外ケーブル工法の妥当性を証明できた。

社会資本ストックの長寿命化と維持管理が喫緊の課題である我が国において、このような補強工法は非常に有効であると感じた。私はこの経験を生かして、地域における社会資本の保全に貢献していきたいと考えている。