

中央自動車道 調布高架橋（都計 2 1 3 橋）実橋載荷試験

ドーピー建設工業 正会員 ○高橋 輝光
日本道路公団 東京管理局 藤田 真実
八千代エンジニアリング 正会員 松田 義則
ドーピー建設工業 安森 浩

1. はじめに

調布高架橋（都計 213 橋）は RC3 径間連続 2 室箱桁橋で、供用後 28 年が経過し、経年劣化および近年の車両大型化に起因する曲げひび割れが多数発生していた。そこで、主桁に発生した曲げひび割れに対する補強として、本線上の車線規制を伴わない、下面からのみで補強するアウトプレート工法を採用した。本稿は、本工法の補強効果を検証する目的で実施した実橋載荷試験について報告する。

2. 試験概要

アウトプレート工法は、プレストレスを導入したアウトプレート（炭素繊維強化ポリマー製、断面 50mm×2mm）を既設主桁のコンクリート下面に接着することにより、曲げ耐力の向上を図る補強工法である。補強量は 1 径間当り 6 本で 840kN。載荷試験では、補強の前後に既知荷重車（45t ラフタークレーン）を載荷して、補強効果を確認した。既知荷重車の荷重は、支間中央に発生する最大曲げモーメントに対して、B 活荷重と比較した場合、B 活荷重の 26.3%に相当する。

確認項目は、図－1 に示すように、以下の 2 項目とした。

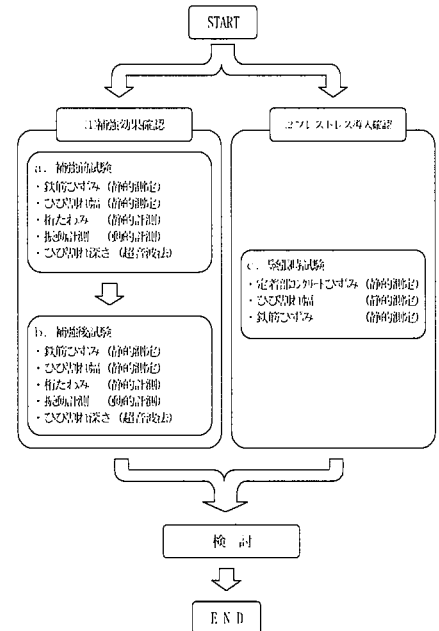
- ①実橋載荷による補強効果
- ②プレストレス導入時の効果と安全性

3. 載荷方法

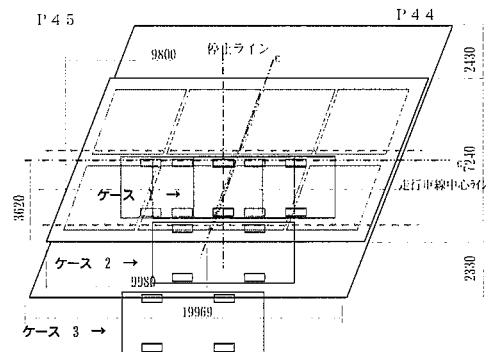
既知荷重車を図－2 に示す 3 ケースで載荷し、静的計測を行った。載荷位置は事前に FEM 解析を実施して決定した。また、既知荷重車を時速 50km/hr で走行させ、振動計測を行った。試験は、夜間に走行車線規制を行って実施し、追越し車線に車両が走行していない時を見計らいデータ収録を行った。写真－1 に静的計測の載荷状況を示す。

4. 計測機器と計測項目

- ①鉄筋ひずみ
鉄筋ひずみゲージを使用し、橋軸方向鉄筋ひずみを計測した。
- ②コンクリートのひび割れ幅
π 型ゲージを使用し、ひび割れ閉口・抑制状況を計測した。
- ③たわみ
高感度変位計を使用し、計測した。
- ④振動周波数（1 次振動モード）
支間中央 3 箇所に圧電型加速度計を設置して振動波形を収録



図－1 試験の流れと測定項目



図－2 荷重車による載荷位置図



写真－1 45t ラフタークレーン載荷状況

キーワード アウトプレート工法、曲げひび割れ、鉄筋応力低減効果、ひび割れ抑制効果、剛性改善効果

連絡先 〒170-0004 東京都豊島区北大塚 1-16-6 ドーピー建設工業（株） TEL03-3918-6175

し、周波数分析により1次振動モードを求めた。

⑤コンクリートの引張ひずみ

事前 FEM 解析によりアウトプレート定着部付近の背面に引張応力が発生することが予想された箇所にコンクリートひずみゲージを貼付し、計測した。

5. 試験の実施と測定結果

表-1に、実橋載荷試験により、確認された補強効果を示す。試験結果で最も補強効果が顕著に表れたのが、たわみであり、補強前後で荷重によるたわみの増加量は、図-3に示すように、支間中央D1で30.1% (1.53mm→1.07mm)、壁高欄側のD2 (1.88mm→1.12mm) ではさらに大きく40.4%減少した。この減少量は、棒解析で全断面有効として求めたB活荷重の支間中央のたわみ量 (3.0mm) に対して、支間中央D1で15.3%，壁高欄側D2で25.3%に相当する。さらに、補強後のたわみ量は、全断面有効として求めた解析値 (0.92mm) に近似した結果が得られた。

荷重による鉄筋引張 S1 の応力度増加量は、解析値の 8.9N/mm^2 とほぼ一致した値が得られ、補強前の 9.8N/mm^2 が補強後で 7.8N/mm^2 となり、プレストレスの導入に伴い20.4%の応力度の改善が確認できた。また、ひび割れ幅も閉口する方向に推移し (C2: $0.226\text{mm} \rightarrow 0.188\text{mm}$)、僅かではあるがひび割れ深さも浅くなる方向に推移していることが確認できた。

また、1次モードの固有振動数は、表-1に示すように、補強前の4.4Hzが補強後には5.2Hzに回復した。全断面を有効として線形固有値解析を実施した結果、1次モードの固有振動数は5.393Hzであったので、本補強工法の適用により、橋梁全体の剛性が改善されることが確認できた。

一方、アウトプレート2本の緊張時には、支間中央S1で 2.4N/mm^2 程度の鉄筋圧縮応力度が確認され、ひび割れ幅も支間中央C2で0.015mm閉口しており、解析値にほぼ一致したプレストレスの導入効果が検証できた。さらに、アウトプレートの緊張・定着により、定着体背面コンクリートの表面に引張応力が発生することが予想されたが、図-4に示すように、発生した引張応力度は -0.44N/mm^2 程度 (コンクリートひずみ: 22μ) であった。これは、コンクリート標準示方書のひび割れ発生限界値 (-1.9N/mm^2) 以下の小さい値であり、目視においても定着体背面にひび割れが発生していないことを確認した。

6. まとめ

アウトプレート工法により補強した実橋において載荷試験を実施した結果、プレストレスの導入により、「鉄筋引張応力の低減」、「たわみの回復」、「ひび割れ幅の抑制」等に効果があることが明らかとなった。また、RC橋に用いられた比較的強度の低いコンクリートにプレストレスを導入した場合の「緊張時の定着体付近の安全性」と、プレストレスによる鉄筋応力の低減効果とひび割れの閉口効果も確認された。したがって、本橋主桁の曲げひび割れに対する補強として、少ない補強量で大きな成果を得ることができ、本工法が有効な工法であることが確認できた。

表-1 補強効果 (実橋載荷試験)

項 目	測定位置	結 果			備考 (解析値)
		補強前	補強後	補強効果	
鉄筋引張応力度 (N/mm^2)	S1	9.8	7.8	20.4%減	8.9
ひび割れ幅 (mm)	C2	0.226	0.188	16.8%減	
ひび割れ深さ (mm)	C2	153	138	9.8%減	
たわみ (mm)	D1	1.53	1.07	30.1%減	0.92
固有振動数 (Hz)	A2	4.4	5.2	18.2%増	5.393

注) 解析値は、FEM 解析の結果から抽出した。

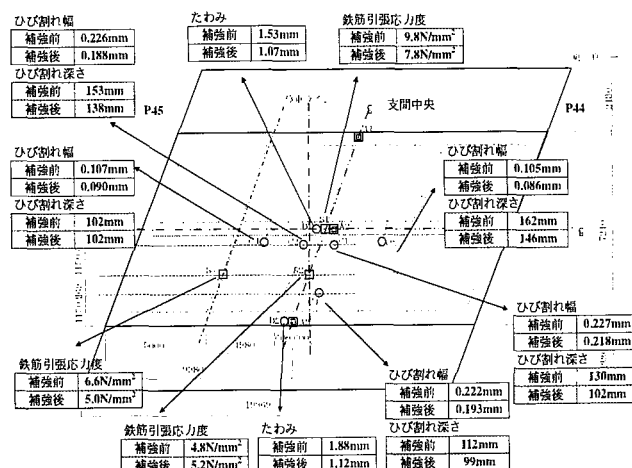


図-3 実橋載荷試験の計測結果

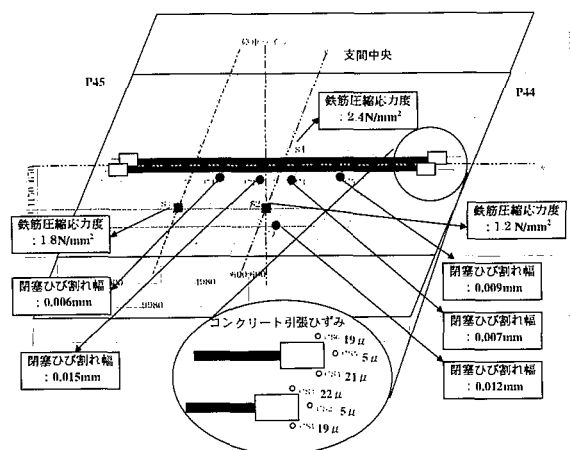


図-4 プレストレス導入試験の計測結果 (アウトプレート2本緊張後)