

VI-61

張出し床版部への主桁増設における既設主桁の応力低減作用と合成効果について

構造技術研究所 正会員 天野 圭一
日本道路公団 齊藤 毅

千代田コンサルタント 正会員 肥田 研一
日本道路公団 中山 茂

1. はじめに

鋼鈑桁橋において、活荷重の改訂に伴う既設桁の補強手段として主桁増設工法があげられる。現在一般的に行われている主桁増設工法は、主として増設桁を主桁間に設置しているが、今回報告する方法は、張出し床版部に増設主桁を設置し、増設した主桁が活荷重を分担することにより既設桁の応力緩和を図ろうとするものである。

対象とした横浜新道常盤台第2高架橋は、支間19.75m、斜角45°で4主桁の単純合成鈑桁橋で主桁増設は図-1に示すように上下線で2種類を同時に行った。この補強工事によって、既設桁の補強効果、増設桁による活荷重分担効果、増設桁のジベル定着方法の違いによる主桁、床版の合成効果を確かめるために、荷重車による載荷試験を実施し、計測データを基に数値解析を行った。

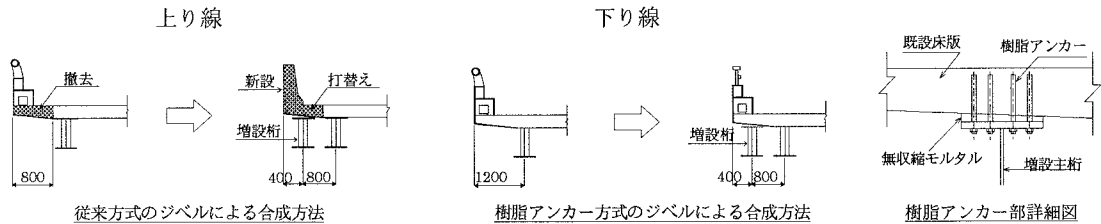


図-1 増設桁設置図

2. 試験概要

補強工事の前後で静的載荷試験を行った。車重が既知の荷重車2台を使用し、橋梁上の他の車両を交通規制により排除した上で、図-2に示す車両位置で合計6載荷ケースにて、支間中央の主桁たわみ、主桁、横桁、床版鉄筋ひずみを計測した。

3. 試験結果

荷重車による補強後の主桁のたわみ、ひずみは、表-1に示すように補強前に比べ様に低下し、低減後は最小でも補強前の65%となった。さらに、上下線とも補強前後の低減率はほぼ同一であり、ジベルの接合方法による補強効果に差は少ないと判断できる結果となった。

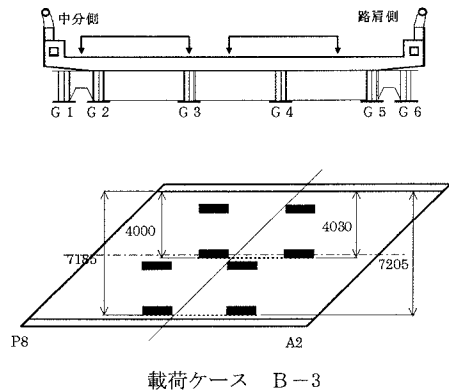


図-2 荷重車載荷図

表-1 主桁計測値の前後比（補強後／補強前）

		上り線												
	載荷ケース 主桁NO	B-1				B-2				B-3				平均値
		G2	G3	G4	G5	G2	G3	G4	G5	G2	G3	G4	G5	
たわみ	L／2点	0.52	0.68	---	0.67	0.54	0.69	---	0.68	0.51	0.65	---	0.68	0.62
	ウェブ下側	0.52	0.62	0.63	0.54	0.49	0.61	0.63	0.54	0.46	0.59	0.66	0.60	0.57
ひずみ	トフランジ	0.49	0.62	0.64	0.53	0.47	0.61	0.63	0.51	0.44	0.60	0.66	0.56	0.56
		下り線												
	載荷ケース 主桁NO	B-1				B-2				B-3				平均値
		G2	G3	G4	G5	G2	G3	G4	G5	G2	G3	G4	G5	
たわみ	L／2点	0.52	0.65	---	0.56	0.56	0.64	---	0.57	0.51	0.66	---	0.54	0.58
	ウェブ下側	0.60	0.68	0.71	0.62	0.61	0.71	0.65	0.59	0.56	0.69	0.75	0.68	0.65
ひずみ	トフランジ	0.60	0.68	0.71	0.61	0.61	0.72	0.65	0.57	0.56	0.69	0.73	0.66	0.65

4. 計測値の数値解析による検証

補強設計によれば、表-2に示すようにB活荷重により上り線の既設主桁は、G2桁において最大で上フランジ 372kgf/cm^2 、下フランジ 603kgf/cm^2 程度の応力超過となっており、主桁増設後上フランジでは殆ど変わらず、下フランジで 755kgf/cm^2 ほど減少している。

そこで、実橋の耐荷機構を探るため、および補強桁と床版との接合方法の差異を確認するために図-3に示す解析モデルを仮定し、計測データを基に実測値と解析値がほぼ一致するまで繰り返し計算を行い、モデル構造を検討した。さらに、同じ荷重条件で補強設計と同様に格子骨組による計算も行い比較した、その結果以下に示す点が明らかとなった。

- ①地覆、高欄等の付属物が橋梁剛性の一部に寄与している。
- ②増設桁の主桁と床版を図-4に示すようにバネにより連結することによって実測値と解析値がほぼ一致した。このとき、連結バネ係数は上下線ともに同一値となった。ゆえに、主桁と床版の連結バネ係数に違いがないことから、床版接合方法による差は明確とならなかった。

- ③横桁の解析により、図-5に示すように床版コンクリート上縁に 10kgf/cm^2 程度の横方向応力が作用していることが分かった。これは、実測値のひずみ分布からも容易に判断でき、横桁と床版が一体となって荷重分配をしていると考えられる。

この点は格子計算（設計計算）では考慮されないことであり、実橋の横分配が設計値より良好なひとつの要因であると言える。ただし、これは本橋のように増設桁と既設外桁とが新設横桁で剛結されている必要がある。さらに、今回は横桁がフルウェブ構造であることも横方向応力の伝達という点では有利であった。表-3に格子計算値と実測値の比較を示す。

表-3 格子計算と実測値の比較(kgf/cm^2)

主桁	格子計算値		FEM計算値	実測値	荷重ケース
	設計計算	載荷車両			
G-2	932	680	290	307	下りB-3
G-3	1017	1053	264	290	上りB-1
G-4	1017	1053	248	281	上りB-3
G-5	815	667	197	218	上りB-1

補強後支間中央下フランジ下縁応力最大値

5. まとめ

今回の載荷試験結果より以下の点について述べるができる。

- ① 補強前後で既設主桁のたわみ、ひずみはともに35%以上減少しており、張出し床版部への主桁増設でも十分な活荷重応力低減効果が得られる。
- ② FEM計算値は実測値とよく一致したが、格子計算ではこれらと大きくかけ離れており、この点については、実橋の耐荷力に十分な余裕のあることも同時に確かめられた。

最後に、張出し床版部への主桁増設が十分な補強効果を有していることが確認できたが、本橋はフルウェブ横桁であり、横剛性の点で比較的良好であった。また、この工法は下部構造の拡幅を伴う場合が多いが、ほとんどの作業が張出し床版部で行えることから比較的施工性がよい。今後より一般的な対傾構形式での補強実施例が待たれるところである。

表-2 主桁支間中央の設計応力度(kgf/cm^2)

主桁	位置	補強前応力度	補強後応力度	許容応力度
G-2	上フランジ	2,557	2,582	2,185
	下フランジ	3,203	2,446	2,600
G-3	上フランジ	2,169	2,139	2,185
	下フランジ	2,849	2,393	2,600
G-4	上フランジ	2,147	2,250	2,185
	下フランジ	2,772	2,553	2,600
G-5	上フランジ	2,507	2,537	2,185
	下フランジ	3,041	2,258	2,600

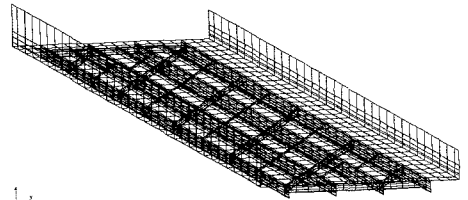


図-3 FEM解析モデル

使用ソフトウェア：COSMOS/M（株式会社横河技術情報）

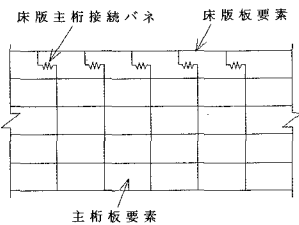


図-4 主桁と床版の接続

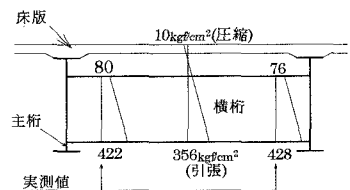


図-5 横桁応力分布