

Fink 式補強桁の実態調査と延命化効果の検討

J R 東日本 仙台支社 正会員 茂木初邦 J R 東日本 仙台支社 斉藤忠雄
B M C 正会員 公門和樹 B M C 正会員 小芝明弘

はじめに 鋼橋の高齢化に伴い、腐食による断面欠損や局部的な劣化が進行し、これらによる耐力低下により鋼橋の延命化が阻害されているものも見られるようになった。鉄道橋では、1924 年（大正 13 年）頃から、耐荷力を保証することによって 20～30 年程度の延命化を図るために Fink 式の桁補強が行われた。ここでは、その当時のものとして唯一残っている橋梁について、その実態調査を行うとともに、今後比較的小規模な橋梁に対する安価な延命化工法として用いることの可能性について検討した。

Fink Bar による桁補強 ここで考える Fink Bar 桁補強は、長年の使用で劣化（強度低下や損傷の発生）した橋梁の局所的な補強対策ではなく、橋梁全体としての強度や安全を回復させる工法ということができる。

図 - 1 に代表的な構造図を示す。

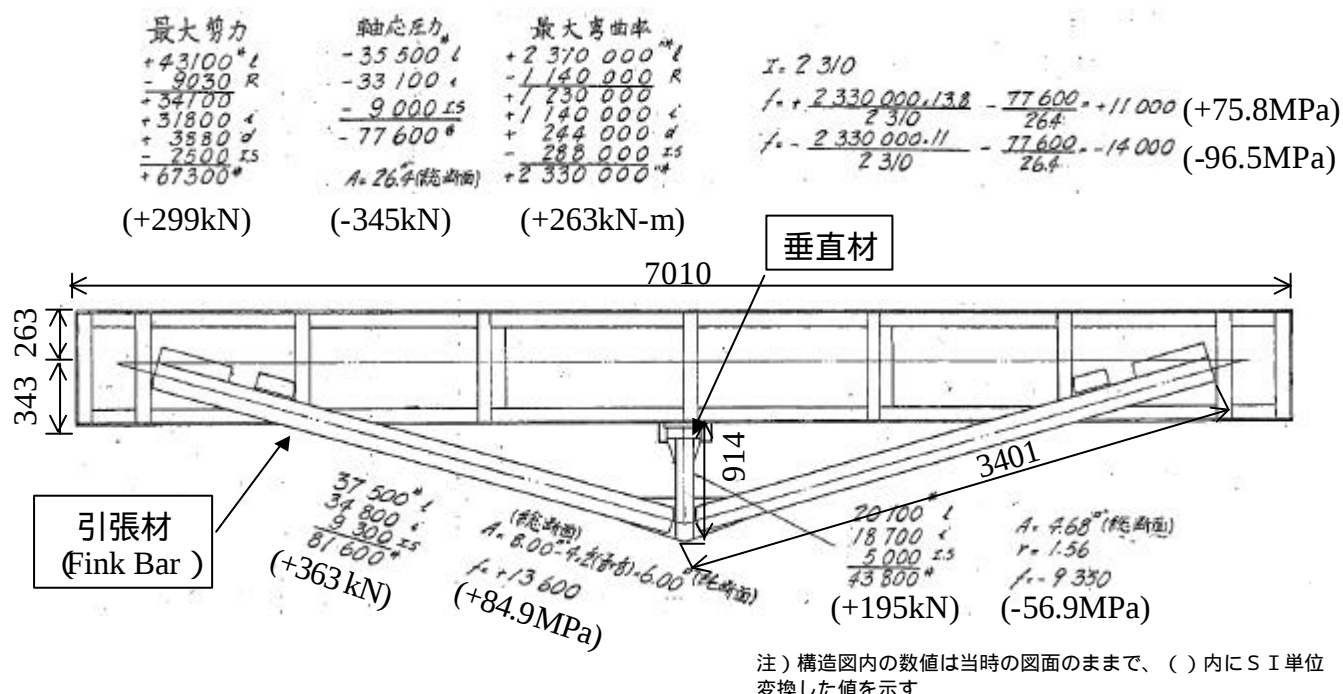


図 - 1 Fink 補強桁の構造図

この工法は、国鉄においては 1924 年(大正 13 年)から昭和初期にかけて、橋の安全度を 20～30 年間保証する経済性の高い工法として広く採用されたものである。構造的には、橋桁の下方に新しく引張材 (Fink bar) を取付け、垂直材で引張材に初期応力を作用させるもので、桁に予め負の曲げモーメントを生じさせて耐荷力の向上を図るとともに、載荷時には引張材が桁の引張部材として作用して桁の強度と剛性を確保するものである。しかし、実際に補強を行った場合、設計計算どおり効果を発揮させることは難しく、垂直材の初期応力（もしくは変位）で桁の作用応力と調整する方法の標準化が必要となっていたが、最近では用いられていない。

キーワード：鉄道橋、鋼橋、Fink、耐荷力、延命化

連絡先：B M C 〒261-7125 千葉県美浜区中瀬 2-6WBG マリブウエスト 25 階 043(297)0207

Fink Bar 補強桁の実態 ここでは、JRで現存している Fink Bar 補強桁である陸羽西線界川橋（支間 6.55m）について変状・損傷と機能低下に対する点検と耐力を検討するための各部材の負担力について実橋応力測定を行った。

当橋は作錬式（錬鉄桁）に Fink Bar 補強を行ったもので、以下のような変状があった。

- ・引張材（Fink Bar）取付部の腐食
- ・初期応力を導入する垂直材上端の調整部の腐食による錆付きで調整不能になっている
- ・垂直材初期応力調整部の欠食に対する溶接補強部の溶接ビード部のき裂（桁本体にはない）
- ・支点ベースプレートの沈下（若干のがたつき）

また実橋測定結果を図 - 2 にしめす。測定結果の概要は以下のとおりであった。

- ・左主桁は右主桁より上フランジ応力で約 2 割大きく、引張材（Fink Bar）の応力は逆に約 1 割小さくなっている。
- ・ディーゼル機関車 DE-10（最大軸重 13tf）载荷時の各部材の応力を、設計荷重 KS-15（最大軸重 15tf）に置き換え、設計計算値と比較した結果は表 - 1 にしめす。設計計算値に比べ特に引張材においてその負担が小さくなっている。このように応力測定は作用応力の傾向を直接的につかみやすい。

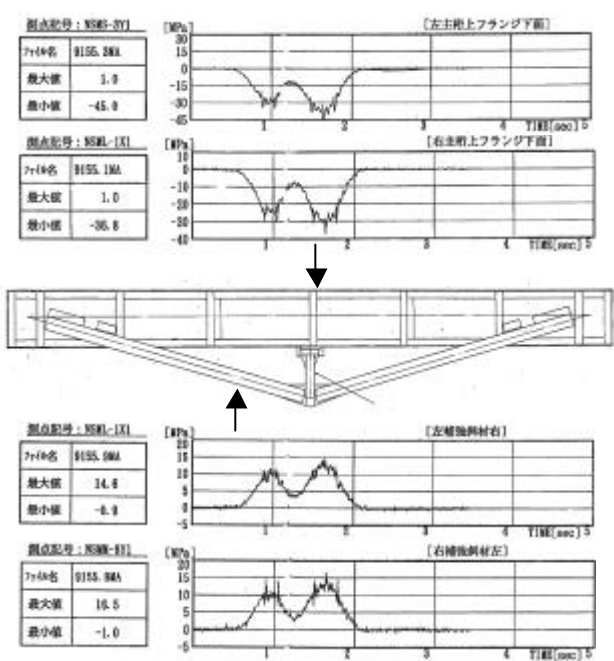


図 - 2 実橋測定結果

表 - 1 実測値と設計計算値との比較

	応力(MPa)			
	上フランジ応力	下フランジ応力	引張材応力	垂直材応力
実測値 (設計荷重に換算)	-69.3	32.0	22.5	-42.0
設計計算値	-88.7	65.6	86.9	-56.9

初期応力導入による桁応力への影響

ここでの解析は図 - 1 に示した構造について構造解析を行い、垂直材に作用させた強制変位量と桁の曲げモーメントの関係を調べた。表 - 2 に結果を示す。その結果、垂直材上端の沓部でのストローク管理で初期応力を導入し、耐荷力の機能回復を図れることがわかった。

表 - 2 垂直材の強制変位量と各部材力の関係

垂直材の変位量 [mm]	主桁の軸力 [kN]	主桁スパン中央の曲げモーメント [kN・m]	引張材の軸力 [kN]	引張材の応力 (A=5165 mm ²) [MPa]	垂直材の軸力 [kN]
1	-36	-31	37	7	-21
2	-71	-62	74	14	-42
3	-107	-93	111	22	-63
4	-142	-124	148	29	-84
5	-178	-155	185	36	-105

検討の結果

初期応力導入部材である垂直材に腐食があり、調整機能を失っていた。
 腐食対策のために溶接補強がされている箇所があるが、その一部の溶接ビード部にき裂が見られた。
 腐食等、断面欠損による耐力低下に対して Fink Bar 補強は現在も十分に機能を果たしている。
 標準化を図る上で調査手法と強度の関係、耐久性、せん断に対する補強効果について検討する必要がある
 この種の工法を標準化するには応力調整法の一般化が必要であるが、それは実橋測定が有効である。

まとめ Fink Bar 補強は調整後の応力再配分を考慮するとH T B よりもリベット構造が有効と考えられる。社会基盤の維持管理と再生の取り組みとして、Fink 式補強桁を例に延命化効果を検討した。実橋測定は桁耐力照査と機能回復検討に有効であり、トータルコストミニマイズに寄与すると考えられる。