

東海道新幹線 I ビーム埋込桁の健全度把握と維持管理

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○有馬隆介

1. 背景と調査目的

東海道新幹線の土木構造物は、安全安定輸送を支える重要な社会インフラのひとつとして 1964 年の開業以来 50 年間供用されている。近年、2 年毎に実施している通常全般検査において I ビーム埋込桁のコンクリート部のジャンカ、I 形鋼下フランジ錆び、さらに I 形鋼とコンクリート境界部における錆び等の変状が確認されている。I ビーム埋込桁は桁の主部材として I 形鋼が用いられ、I 形鋼腹板に丸鋼（以下、横つなぎ鉄筋）を貫通させ I 形鋼同士を連結し、さらにその鋼材間をコンクリート（以下、間詰めコンクリート）で充填することで桁を一体化した複合構造桁である（図 1）。I 形鋼は桁に作用する全荷重を受け持ち、間詰めコンクリートは桁の一体構造を維持する役割を担う。

先述した I ビーム埋込桁における変状は、進行すると I 形鋼と間詰めコンクリートの一体性低下による桁耐力低下や間詰めコンクリート剥落による公衆災害に繋がる可能性がある。よって、維持管理する上で健全度を定量的に評価するため、「桁の一体性」「剥落に対する危険性」という 2 つの健全度指標に基づき、調査項目を選定した。本稿では、その選定項目と調査結果について紹介する。

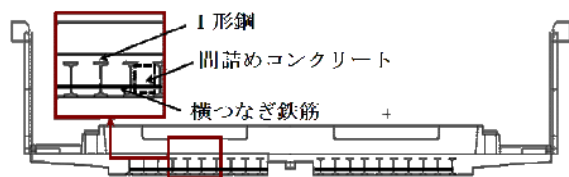


図 1 I ビーム埋込桁の構造

2. 調査項目及び調査箇所

調査項目は「桁の一体性」及び「剥落に対する危険性の把握」を目的として、鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）より、構造物の維持管理における要求性能のうち、安全性、使用性における性能項目を参考に選定した。表 1 にその調査項目、確認事項を示す。

調査対象は桁長、周辺環境に関する以下の条件

表 1 I ビーム埋込桁調査項目・確認事項

	番号	調査項目	確認事項
桁の一体性	①	たわみ測定	桁剛性及び一体性
	②	横つなぎ鉄筋配筋調査	配筋不良の有無
	③	I 形鋼腹板厚測定	錆の桁内部進展
	④	I 形鋼腐食度調査	現状の腐食度
剥落に対する危険性	⑤	打音調査	浮き等コンクリート劣化状態
	⑥	圧縮強度試験	コンクリート強度による劣化状態
	⑦	中性化深さ測定	現状の中性化進展状態
	⑧	塩化物含有量測定	飛来塩分及び塩害の影響

から各々 1 橋梁ずつ選定した。

- 1) 桁長が平均的、かつ I 形鋼下フランジの発錆面積が大。
- 2) 桁長が長く、かつ斜角構造。
- 3) 桁長が平均的で周辺環境から飛来塩分の影響が懸念される。

3. 調査方法

- ① たわみ測定：桁中央部で列車通過時に測定。
- ② 横つなぎ鉄筋配筋調査：鉄筋探索器によりレーダー法を用いて計測、配筋本数及び配筋間隔について建設当時の設計図書との整合性を確認。
- ③ I 形鋼腹板厚測定：I 形鋼下フランジ下面の発錆箇所の面積が最大である箇所を実施。I 形鋼腹板を露出させ、桁内部へ水が進入することによる I 形鋼腹板の腐食減耗量を超音波測定器で測定、また目視で錆びの有無を確認。
- ④ I 形鋼腐食度調査：I 形鋼下フランジ下面の発錆箇所について個々の面積、位置を把握。
- ⑤ 打音調査：接近目視やテストハンマーを用いて、浮き、剥離の有無を確認、ひび割れ箇所及び寸法を測定。
- ⑥ 圧縮強度試験：I 形鋼と間詰めコンクリート境界部において発錆が見られる箇所でコンクリートコアを採取し、コンクリート強度及び劣化を確認。

キーワード：I ビーム埋込桁、東海道新幹線、維持管理、健全度指標

連絡先：〒420-0851 静岡市葵区黒金町 29 番地 東海旅客鉄道(株) 静岡新幹線構造物検査センター Tel:054-282-8116

- ⑦ 中性化深さ測定：間詰めコンクリート部の中性化が横つなぎ鉄筋に達し、腐食や破断に達するまでの進行速度と所要年数を推定するため、桁両端部2箇所、中央部1箇所の計3共試体を採取、フェノールフタレイン法を実施。
- ⑧ 塩化物含有量測定：間詰めコンクリート部よりコアを採取し、表面から深さ方向に測定。さらに横つなぎ鉄筋位置において既に発錆限界に達しているかの確認。

4. 調査結果

- ①測定値を鉄道構造物等設計標準・同解説（変位制限）より照査した結果、走行安全性と乗り心地から定まる桁のたわみ設計限界値を下回った。
- ②横つなぎ鉄筋は 275mm～315mm 間隔で線路直角方向に配筋されていた。概ね設計図書通りの配筋本数、配筋間隔であった。
- ③I 形鋼腹板の鋼材の厚さは建設時の設計図書（11.5mm）と同値であり、コンクリートで被覆された部位における I 形鋼の腐食は確認されなかった。従って、下フランジ下面の錆びは桁下面の外部環境により、桁上面から I 形鋼と間詰めコンクリート境界部への水の浸入は無いと考えられる。（図2）



図2 I ビーム埋込桁下面及び I 形鋼腹板

- ④I 形鋼下フランジ下面における腐食箇所総面積は I 形鋼下フランジ総面積の 1.7%程度であった。腐食最大箇所においても I 形鋼下フランジ表面、コバ面等の減耗は確認されなかった。

- ⑤浮きと疑われる打音は確認されなかった。また、ジャンカ部においても剥落の危険性がある箇所は無かった。
- ⑥全共試体で設計値 24.0N/mm²と同等以上の測定値が得られた。よって、経年によるコンクリートの劣化は無いと考えられる。
- ⑦中性化が最も進行したコアの中性化深さは 15.6mm であった。中性化進行度合を $\sqrt{t}$ 法により評価した結果、最も中性化深さの大きい部位で発錆限界に達するまで 148 年となった。よって、供用期間中に横つなぎ鉄筋まで中性化が達する可能性は低い。
- ⑧塩化物含有量は、最大で 0.48kg/m³、横つなぎ鉄筋位置において 0.30kg/m³となり、発錆に関する判定基準値 1.2kg/m³を下回った。

5. 考察

調査結果から調査対象の I ビーム埋込桁は、懸念されていた I 形鋼の腐食に起因する桁剛性の低下は無く、I 形鋼と間詰めコンクリートの一体性は確保され、現在も桁は設計図書が期待する強度を維持している。また、間詰めコンクリートが横つなぎ鉄筋の腐食、膨張によって、剥落する可能性は低いことが判明した。よって、I ビーム埋込桁は所定の健全度を有していると推定される。

6. まとめ

東海道新幹線が短期間かつ同時期に建設されたことを踏まえると、本対象橋梁以外の I ビーム埋込桁も同様、一定の健全度を有していると推定することが出来る。しかし、本調査結果のみをもって全体を推察するのではなく、引き続き調査項目の検討、サンプル調査数の増加を図り、I ビーム埋込桁の健全度評価指標としての深度化を図ることが重要と考えられる。また、調査で得られた見解を今後の維持管理資料として活用して行く。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説（変位制限）2006.1
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）コンクリート構造物 2007.1 鋼・合成構造物 2007.1