

東日本旅客鉄道(株)秋田支社 高橋 正雄
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 宮本 征夫
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺 忠朋
 ショーボンド建設(株) 正会員 土門 勝司

1. はじめに

供用後約30年を経た鉄道RC橋梁のT型桁下面に、多数の曲げひびわれや部分的な縦ひびわれ、そして鉄筋からの錆汁等の外観変状を生じていたので、総合的な健全度を診断する詳細調査を行った。これまでに本橋梁は、供用開始約20年後に補修対策を実施しているが、再び変状が発見されたため、今回の詳細調査を行って変状原因の推定を行い、補修効果の持続性についても検討を加えたので、以下に報告する。

2. 調査橋梁の概要

本橋梁は、八郎潟調整池から日本海へ出る船越水道に架かる単線の鉄道橋で、RCT型桁部13連、鋼桁部1連の全14連からなり、海岸線から約1500mに位置している。

詳細調査は、図-1に示す桁断面を有するRCT型桁部13連から、特に外観変状の著しい第3連目と第14連目について行った。

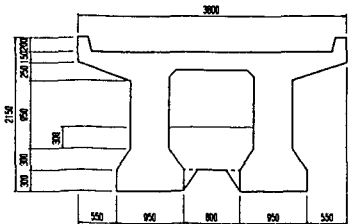


図-1 桁の断面形状

3. 調査方法と結果

3.1 既存資料の調査

本橋梁の供用状況を明らかにするために、既存資料を収集し、橋梁台帳、変状写真および工事経歴書等を整理した。

3.2 外観調査

外観変状としてひびわれ、剥離、鉄筋露出、豆板、欠損、錆汁等について調査し、以下に結果を示す。

第3連目は、支点付近を除いた桁断面の下フランジ下面から上フランジ下面までの全域にわたり、橋軸直角方向に0.2mm以上の曲げひびわれが下フランジに、0.2mm未満の曲げひびわれがウェブに多数発生している。また、支点付近の下フランジに、鉄筋の発錆によるものと考えらる0.5mm以上の橋軸方向の縦ひびわれが数カ所に発生している。

第14連目は、支点付近を除いた桁断面の下フランジ下面から上フランジ下面までの全域にわたり、橋軸直角方向に0.2mm以上および0.5mm以上の曲げひびわれが多数発生している。また、下フランジに0.5mm以上の縦ひびわれが数カ所に発生し、終点側の支点付近に集中している。

張り出し床版下面に豆板が多数発生し、山側に集中している。

3.3 各種材料調査

各種材料調査の項目と調査結果を表-1に示す。コンクリートに関する調査は、所定の位置からコアボーリングによって採取した供試体（φ10cm）について行った。鉄筋の腐食調査は第14連目のみで、ひびわれを有する下フランジ側面の2カ所、ひびわれのない下フ

表-1 各種材料調査の項目と調査結果

調査項目	第3連目の桁			第14連目の桁		
コンクリート	圧縮強度 JIS A1108 kgf/cm ²	1. 229 2. 214 3. 325	平均: 256 設計基準 強度: 240以上	1. 153 2. 159 3. 176	平均: 166 設計基準 強度: 240以上	
	引張弾性係数 kgf/cm ²	1. 1.38×10^5 2. 1.68×10^5 3. 1.60×10^5	平均: 1.55×10^5 設計 値: 2.70×10^5	1. 1.17×10^5 2. 1.23×10^5 3. 1.38×10^5	平均: 1.26×10^5 設計 値: 2.70×10^5	
	塩化物イオン量 kg/m ³ 、JCI法	全塩分量、図-2に示す。				
中性化深さ mm 7x1-4779の法	4カ所について			7カ所について		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均
	0	0~13.0	0~4.5	0~13.0	3.0~22.0	0.6~17.9
配合推定	単位体積重量 kg/m ³	昭和31年制定 285; 土木学会: 300以上			昭和31年制定 264; 土木学会: 300以上	
	水灰比 %	昭和31年制定 59.3; 土木学会: 53以下			昭和31年制定 76.3; 土木学会: 53以下	
鉄筋腐食	外観	調査なし			ひびわれに沿った下フランジ側面の鉄筋は全面に腐食有り。ひびわれのないカ所の鉄筋は点線有り。	
	引張試験 (降伏点強度) kgf/cm ²	試験なし			D19: 3,730 平均: 3,800 D32: 3,830 設計値: 3,000 D32: 3,850	

ンジ側面の1カ所から、鉄筋をはつり出して外観観察、およびこの鉄筋を切り出して引張試験を行った。

4. 変状原因の推定

表-1の調査結果から、多数の曲げひびわれや部分的な縦ひびわれ、そして鉄筋からの錆汁等の変状原因は以下の各段階にあると考えられる。すなわち、

(1) 設計 : 配筋が込み入っているため、コンクリートのいきなりや締固めが困難であったと推察される。

(2) 施工 : 配合推定の結果から、水セメント比が53%を超

え、コンクリートの強度等についても必ずしも十分とは言えないところから、当時の施工が不十分であったと推察される。

また、第3連目の桁のコンクリート中の塩化物イオン量で $1.0 \sim 1.2 \text{ kg/m}^3$ あり、その分布状況から施工時に塩化物が混入されたと推定される(図-2)。鉄筋については、腐食による錆がみられるが、当時の設計基準強度を満足しているため強度的な問題はない。

(3) 供用時の環境: 本橋梁は、冬季の日本海からの季節風による飛来塩分の影響を受けやすい塩害環境にあるが、海岸線から離れているため図-2.3に示すように、他の塩害橋梁に比して塩分量(塩化物イオン量)は多くないが、発錆限界塩分量¹⁾の範囲内($0.5 \sim 2.5 \text{ kg/m}^3$)にある。

(4) 前回の補修: 腐食鉄筋の処理(はつり出し)が不十分である。また、空洞、剥離部の処理が不十分である。

以上のことから、初期に発生したと考えられる曲げひびわれの主な原因は設計・施工にあり、そ

のひびわれから飛来塩分の侵入や中性化の進行によって鉄筋が腐食したものと考えられる。補修後の再変状の原因は、腐食した鉄筋をはつり出す際に、鉄筋の裏側のコンクリートまで除去せずに修復したこと、そして空洞や剥離部を充填修復せずにそのままにして塗装したため、塗膜に欠陥を生じて腐食因子の遮断が不十分となり、内部の鉄筋の腐食が進行したものと考えられる。

5. 健全度の評価

これまでの外観観察や打検では判明しなかった曲げひびわれ等の変状原因が、各種材料調査による詳細調査によって、コンクリートの品質に起因することが判明した。現状の変状を放置すれば、ひびわれ部分のコンクリートの中性化、外的塩害および凍害等の影響を受け、鉄筋の腐食やこれに伴うかぶりコンクリートの剥落等が更に進行すると考えられるので、現状のままでは耐久性は確保されないと考えられる。

したがって、耐久性の観点から、本橋梁の健全度は低下していると考えられるので、長期にわたって本橋梁の機能を確保するためには、できるだけ早期に適切な補修が必要である。

参考文献 1) コンクリートライブラリ-61号、コンクリート標準示方書(昭和61年制定)改訂資料、土木学会, S61.10, pp.2

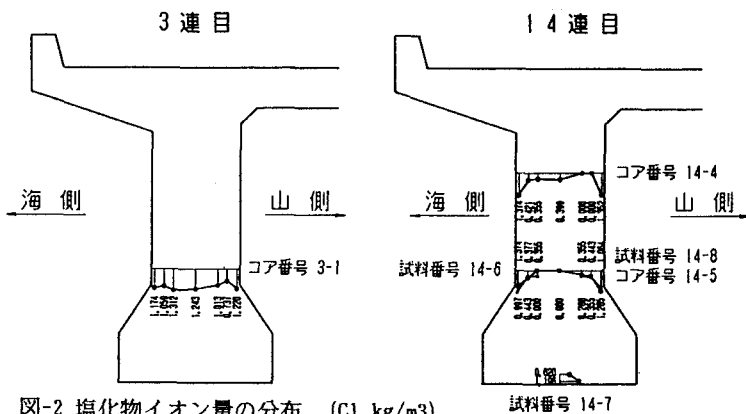


図-2 塩化物イオン量の分布 (Cl kg/m³)

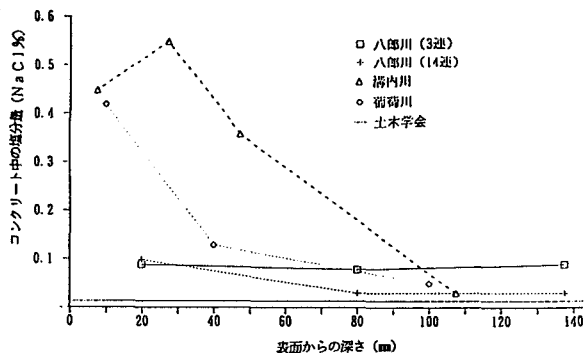


図-3 コンクリート中の塩分量の比較