

鉄道トラス橋における F11T ボルトの遅れ破壊とその対策

東日本旅客鉄道（株） 正会員 露木 寿

東日本旅客鉄道（株） 正会員 松尾伸二

東日本旅客鉄道（株） 林 健次

東日本旅客鉄道（株） 浜田栄治

東日本旅客鉄道（株） 正会員 金子達哉

1. はじめに

現在、架設後約 30 年が経過した下路トラス形式の鉄道橋において、高力ボルト F11T の遅れ破壊が確認された。本橋梁については、平成 5 年度に列車運行に影響を及ぼす恐れのある路盤コンクリートより上部にある添接部の高力ボルト F11T を F10T に取り替えている。今回、路盤コンクリートより下にある端横桁の高力ボルト F11T の破断が確認された。本報告では、端横桁内にコンクリートが充填されている場合の F11T の遅れ破壊に対する対策について報告する。

2. F11T の現状

当橋梁の諸元を表-1 に示す。

端横桁の F11T 遅れ破壊の状況の一例を図-1、写真-1・2 に示す。F11T ボルトには、締付けたからある期間経過後に突然破壊する、いわゆる「遅れ破壊」の問題があり、「F11T」以上の高強度のものに発生することが知られている。本橋では、架設当初、上下弦材・斜材・端横桁・ブレイキトラスの連結箇所には遅れ破壊が懸念される F11T が使用されていたが、路盤コンクリートより上部にある上弦材と斜材（上弦材側）添接ボルトは平成 5 年度から順次、遅れ破壊の問題のない F10T に交換されてきた。端横桁・下弦材・斜材（下弦材側）については交換計画を立てていたところである。なお、床組材関係（中間横桁・縦桁）は F9T を使用しているため、遅れ破壊の心配はないと考える。

今回、F11T ボルトの遅れ破壊が確認された端横桁は、制振・防音対策としてコンクリートが充填されている。端横桁部における F11T の遅れ破壊の原因は、鋼板と充填コンクリートの隙間に内部結露水や侵入水が毛細管現象により伝わり、これが外部への水抜け伝播経路となり、添接板ボルト部めがけて集中し、常時湿潤状態の腐食環境下で発錆を促進させ、遅れ破壊をより加速させたと推測される。

3. 補修方法

3.1 補修方法の検討

端横桁にはコンクリートが充填されているため、遅れ破壊が懸念される F11T を F10T へ交換する場合には、箱桁内コンクリートをはつり出す必要がある。そこで、既存マンホールから充填コンクリートはつり出しの実物大実験を実施した結果、施工性、施工時間等を考慮すると、充填コンクリートはつり出しは現実的ではないと判断した。また、PC ケーブルによる補修も考慮したが、充填コンクリートの均一性が期待できないため採用を見送った。

そこで、本橋では箱桁内にコンクリートが充填されていることから片面か

表-1 橋梁の諸元

構造形式	複線下路トラス（溶接桁）
支間長	78.5m@9・50.0m@2
主構中心間隔	9.8m
主構高	11.0m@9・10.7m@2
桁重量	469.576t・288.9t
架設年月	1974年5月

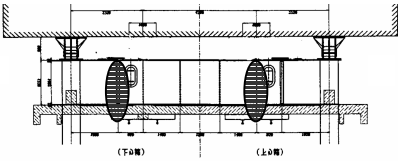


図-1 端横桁 F11T 遅れ破壊箇所



写真-1 端横桁の状況



写真-2 F11T 遅れ破壊

キーワード 鋼鉄道橋、F11T、片面施工用高力ボルト

連絡先 〒330-0853 埼玉県さいたま市大宮区錦町 630 TEL048-643-5799

らの施工が可能な高力ボルトの採用を検討した(以下、片面施工用高力ボルト)。片面施工用高力ボルトは、部材の片側からの施工で締付けが可能なボルトであり、本橋のように、部材断面にコンクリートが充填され、ボルトの締付け作業スペースが確保できない場合に有効である。その締結過程を図-2 に示す。

3.2 片面施工用高力ボルトによる補修

片面施工用高力ボルトの補修設計の考え方は以下の通りとした。

端横桁添接板の当時の設計では、将来の支承交換を考慮し、行う際のジャッキアップ時に必要とするボルト本数が決定されていた。しかしながら、本補修設計における設計荷重にはジャッキアップについては別途考慮することとし、死荷重+活荷重+衝撃といった常時荷重に対する設計荷重を想定し、補修に必要なボルト本数を決定した。なお、片面施工用高力ボルトは、M22 のF8T 相当の強度であることを確認している。

端横桁ウェブ添接部補修は、既設添接板内の空き面積の中に既設ボルトとのボルト間隔を最大限に維持できる位置に配置し、打ち込み施工を行った。下フランジは、既設添接板内には新規打ち込みスペースが存在しないため、既設添接板と同厚のフィラープレートを既設添接板の両側に挟み込み設置した。下フランジ補強板は1 枚ものとするため、既設ボルトが支障する部分を削孔した鋼板とした。

3.3 補修前後の応力測定

片面施工用高力ボルトの効果を確認するため、図-3 のように補修前後にひずみゲージを貼付し、列車走行時の応力測定を実施した。また、図-3 に示すゲージ位置以外に端横桁スパン中央の下フランジにもゲージを貼付した。補修前後の応力測定結果を表-2 に示す。表より、数値に変化は見られるが、強度的には 10MPa を超えないことから誤差の範疇であり、応力測定の結果に大きな変化が見られないことから、破断していない F11T ボルトと片面施工用高力ボルトによる摩擦性能が維持されている可能性が高く、また、充填コンクリートも活荷重に対して抵抗を示していると考えられる。

4. おわりに

今回、コンクリートが充填されている端横桁添接部の F11T ボルトの遅れ破壊に対する対策として、片面施工用高力ボルトを採用した。片面施工用高力ボルトは本橋のように閉断面への施工が有効である。また、補修の効果を応力測定により検証した結果、その効果が確認された。

今後も、施工性・経済性・補修の効果を考慮した対策方法を考案し、土木構造物の維持管理に努め、最大の目標である安全・安定輸送に貢献していきたいと思う。

最後に、本施工を行うに際してご協力いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。

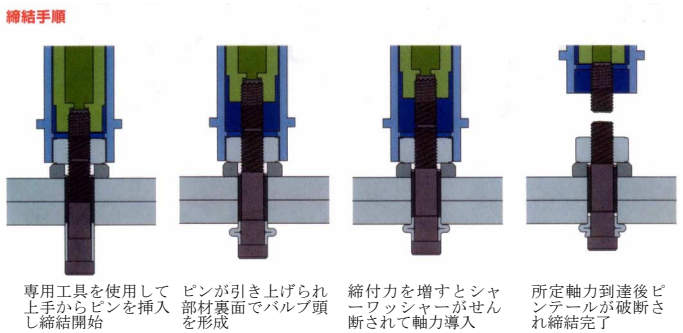


図-2 片面施工用高力ボルトの締結過程

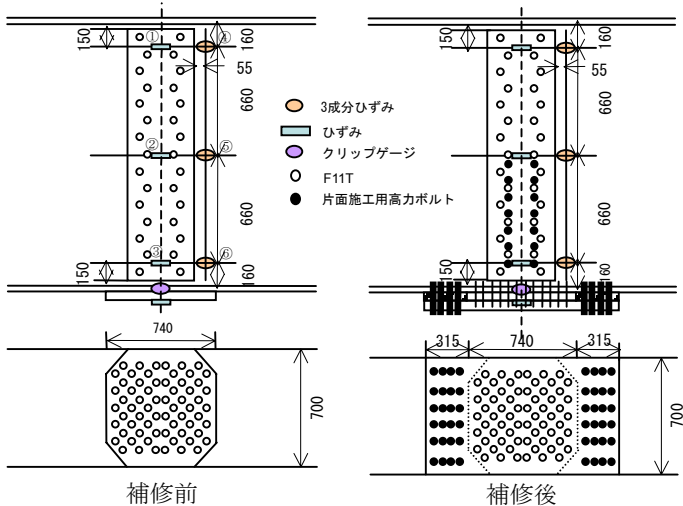


図-3 片面施工用ボルトの配置及びひずみゲージ貼付位置

表-2 列車通過時における補修効果確認試験結果（単位：MPa）

測定位置	部位	位 置	方 向	補修前			補修後			
				引張	圧縮	範囲	引張	圧縮	範囲	
①	腹板添接板	上 部	水平	1.2	-0.9	2.1	0.8	-1.2	2.0	
②		中央部	水平	0.9	-0.9	1.8	1.1	-1.4	2.5	
③		下 部	水平	-	-	-	1.3	-0.8	2.1	
④	X	上 部	3成分	水平	0.8	-2.1	2.9	0.9	-2.1	3.0
	鉛直			1.0	-4.3	5.3	0.9	-1.1	2.0	
	45°			2.1	-1.8	3.9	0.6	-3.8	4.4	
⑤	X	中央部	3成分	水平	1.2	-1.6	2.8	1.3	-1.1	2.4
	鉛直			1.1	-3.0	4.1	0.9	-0.7	1.6	
	45°			1.7	-1.3	3.0	1.1	-2.9	4.0	
⑥	X	下 部	3成分	水平	2.9	-0.6	3.5	2.4	-0.6	3.0
	鉛直			1.6	-1.0	2.6	0.9	-1.0	1.9	
	45°			0.8	-1.0	1.8	1.7	-1.8	3.5	
下フランジ		端横桁スパン中央		2.8	-0.8	3.6	2.6	-0.9	3.5	