

鉄道構造物に用いるコンクリート充填鋼管柱の現状と維持管理手法の検討

JR 東日本（正会員）○網谷 岳夫 JR 東日本（正会員） 行澤 義弘

1. はじめに

秋田新幹線盛岡駅アプローチ部の高架橋¹⁾は、日本の鉄道構造物で最初にコンクリート充填鋼管柱（以下、CFT 柱）が採用された高架橋であり、完成から 21 年が経過している。CFT 柱は、同等の耐力を有するコンクリート柱（以下、RC 柱）よりも小断面に出来ることや施工時に型枠が不要となるメリットがある。近年では、線間等の狭隘部に柱を設置する必要がある線路上空人工地盤や、高架橋の高架下スペースを確保する際に CFT 柱を採用することがある。

CFT 柱を用いた高架橋は鉄道構造物の中では比較的新しい複合構造物に分類される。CFT 柱は、新設する場面では「鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物（以下、複合標準）」に従い設計される。維持管理の場面では、「鉄道構造物等維持管理標準・同解説（以下、維持管理標準）」に「複合構造物」が整備されていないため、「鋼・合成構造物」の鋼製橋脚などを参考に検査している。現状、CFT 柱特有の検査項目や検査方法等が確立されていないことが維持管理における課題となっている。

本稿では、経年 21 年の CFT 柱の現状調査を行い、その結果を踏まえて検討した CFT 柱の維持管理手法を示す。

2. 鉄道構造物に用いる CFT 柱の特徴

鉄道構造物に用いられる CFT 柱の事例を図 1 に示す。図 1 (a) は高架橋の柱に用いられた事例¹⁾である。施工時の型枠が不要であるため工期短縮を目的に CFT 柱が採用された。図 1 (b) は線路上空人工地盤の柱に用いられた事例である。線間の狭隘部で小径の柱を設置する必要があり CFT 柱が採用された。これらの鉄道構造物に用いる CFT 柱では、柱の上端までコンクリートを完全充填することとしている。上端には蓋をして内部コンクリートの抜け出しを拘束することで、鋼管とコンクリートの合成効果を期待している。

3. 経年 21 年の CFT 柱に対する現状調査

鉄道高架橋の中でも鋼板巻き RC 柱の地際部では、図 2 に示すような腐食損傷が報告されている。CFT 柱でも同様の損傷が想定されるので、図 1 (a) に示す CFT 柱の地際部に着目して外観調査を行った。CFT 柱の地際部の状況の例を図 3 に示す。完成から 21 年が経過しているものの、地際部の腐食損傷は認められず塗膜の状態も健全に保たれていた。塗替え塗装を実施した履歴はないことから、鋼管基部の根巻コンクリートの天端に水勾配が設けられている効果と考えられる。



(a) 高架橋



(b) 線路上空人工地盤

図 1 CFT 柱を用いた事例



図 2 鋼板巻き RC 柱の地際部



図 3 CFT 柱の地際部

キーワード：コンクリート充填鋼管柱，維持管理，地際部，腐食，健全度

連絡先：〒163-0231 東京都新宿区西新宿 2-6-1 新宿住友ビル 31 階 電話：03-6276-1251 構造技術センター

CFT 柱の地際部に腐食損傷が認められなかった理由として、他には塗装仕様の違いや使用環境の違いが考えられる。図 2 と図 3 に示した事例の塗装仕様を表 1 と表 2 に示す。塗装仕様を比較すると、いずれも中期仕様の一般環境用塗装系が採用されているが、CFT 柱の方は厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料の標準使用量が各層で 100g/m² 多い。使用環境の違いを比較した結果を表 3 に示す。周辺環境、柱基部への日射、風通し、高架下の利用状況はいずれの事例も同程度の環境にある。しかし、鋼板巻き RC 柱の高架下は通り抜けできる状況にあり、ペットの散歩道として利用される環境にある。図 2 にも尿跡が認められることから、ペットの糞尿被害を受けやすい環境にあると考えられる。

以上のことから、図 3 の CFT 柱で地際部の腐食損傷が認められない理由は、根巻きコンクリート天端の水勾配の効果、厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料の標準使用量の差、ペットの糞尿被害を受けにくい環境にあると考えられる。

4. CFT 柱の維持管理手法の検討

鉄道高架橋に用いる CFT 柱を対象に、通常の供用下における維持管理手法を検討する。CFT 柱は鋼管内部にコンクリートを充填し鋼管との合成構造として設計されているため、内部コンクリートの劣化は耐荷力に影響する。しかし、鉄道構造物に用いる CFT 柱の場合、内部コンクリートは鋼管柱の中で密閉されており、地震時を除いた通常の供用下で劣化することは考えにくい。そのため、通常の維持管理では、外観調査により鋼材や塗膜の状態を検査していけばよいと考える。特に、鋼管基部の地際部で局所的な腐食が発生すると CFT 柱の耐荷力に影響する可能性があるため、検査時の着目箇所になると考える。

以上のことから、通常の維持管理において CFT 柱の現有性能を評価する際は、外観変状に基づく評価手法により評価する²⁾ことを考える。この場合、外観変状のグレードと健全度の関係を適切に定めておく必要がある。そこで、複合標準や維持管理標準を参考に CFT 柱の変状項目と変状程度それに対する健全度判定例を検討した。その結果を表 4 に示す。塗膜の損傷に対しては、健全度判定のほか塗替え判定³⁾を行う。塗膜を適切なタイミングで塗替え補修していくことが CFT 柱の維持管理においても重要であると考える。

5. おわりに

本稿で得られた結論は以下のとおりである。

- 1) 経年 21 年の CFT 柱を現状調査した結果、地際部の腐食損傷は認められなかった。根巻きコンクリート天端の水勾配の効果、厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料の標準使用量、ペットの糞尿被害を受けにくい環境などが地際部に腐食損傷が認められなかった理由として考えられる。
- 2) 鉄道高架橋に用いる CFT 柱を対象に、通常の供用下における維持管理手法を検討した。そして、変状グレードに対する健全度判定例を提示した。

なお、本稿には「コンクリート充填鋼管部材の活用に関する調査研究小委員会」における活動成果も一部含まれている。今後は、地震被災後の CFT 柱の検査方法や性能評価法について検討していく。

参考文献

- 1) 瀧内義男ほか：秋田新幹線盛岡アプローチ高架橋の急速施工，SED，No.7，pp.2-11，1996.11
- 2) 土木学会：複合構造標準示方書 維持管理編，2014.5
- 3) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物塗装設計施工指針，2005.5

表 1 鋼板巻き RC 柱の塗装仕様

工程	塗料名	標準使用量 (g/m ²)
第 1 層	エッチングプライマー2種または3種	スプレー130
第 2 層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	スプレー200
第 3 層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	スプレー200
第 4 層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料上塗	スプレー200

表 2 CFT 柱の塗装仕様

工程	塗料名	標準使用量 (g/m ²)
第 1 層	エッチングプライマー2種または3種	スプレー130
第 2 層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	スプレー300
第 3 層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	スプレー300
第 4 層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料上塗	スプレー300

表 3 使用環境の比較

事例	周辺環境	柱基部への日射	風通し	高架下の利用状況	通り抜け可否
鋼板巻き RC 柱	市街地	普通	普通	駐車場	可
CFT 柱	市街地	普通	普通	駐車場	不可

表 4 CFT 柱の健全度判定例

変状項目	変状程度	健全度
地際部の腐食減肉	耐荷力に影響する程度	A
	耐荷力に影響しない程度	B
塗膜の損傷	地際部にさびが認められる	B
	塗膜が劣化している	C