

機械式あと施工アンカー構造物に対する修繕方針の一考察

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○石原 文恵
 東日本旅客鉄道(株) 前田 邦彦
 東日本旅客鉄道(株) 大野 龍馬
 東日本旅客鉄道(株) 岡澤 亮太

1. はじめに

平成 26 年 4 月に総武線沿線の高架橋橋側歩道（経年 32 年）の機械式あと施工アンカーボルトにおいて、変状の発生が確認された。本稿では検査と発生原因の推定、対策方法の検討を紹介する。

2. 構造物緒元

・高架橋：RC 造ラーメン高架橋 L=39.74m

しゅん功年月 1932 年 2 月（経年 82 年）

・橋側歩道：鋼ブラケット造

しゅん功年月 1982 年 3 月（経年 32 年）

あと施工の金属式拡張アンカー（M12×52）

3. 検査と変状発生原因の考察

（1）変状概要

橋側歩道の鋼ブラケットを支持する機械式あと施工アンカーボルトについて腐食が認められた。類似箇所について近接調査を実施した結果、腐食が進行し破断に至っているものも認められた。（図-1）

（2）変状発生原因の考察

ボルト頭部の腐食が進行し破断に至った箇所のボルト孔では、ブラケットのプレートと高架橋躯体コンクリートの間に緩衝材としてゴム板があり、ボルトと孔には調整用の空間が存在していた。（図-2）



図-1 近接調査状況



図-2 破断箇所状況

この状況と橋側歩道の構造より、ボルトの腐食が進んだ原因として以下の2点が推察される。（図-3）

- ①橋側歩道の構造よりプレート部へは雨水が流入しやすく、さらにプレートとコンクリートの間に雨水が停滞しやすい環境であった
- ②既設アンカーボルトは機械式（金属系拡張式）であ

り、削孔内に雨水が流入しやすい構造であった。

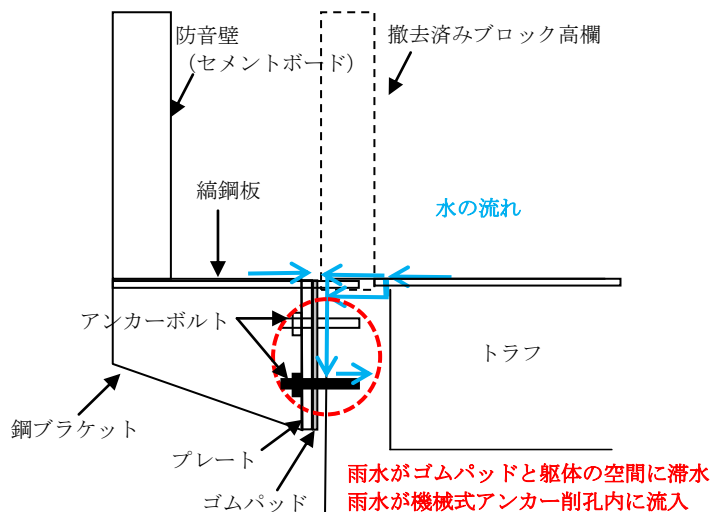


図-3 原因推定

4. 対策方法の検討

ボルトの現状の腐食状況と今後も腐食が進行する環境下であることを考慮し、対策は既存の機械式アンカーの全数撤去と接着式アンカーの新設で行うこととした。

1) 既存の機械式アンカーの撤去

既存の機械式アンカーは腐食が進行しやすい環境下にあるため、将来的な腐食進行及びボルト落下のリスクをなくするため撤去を行うこととした。撤去後の孔には樹脂の注入を行うこととした。

2) 接着式アンカーの新設

あと施工アンカー設計施工マニュアル⁽¹⁾の適用範囲では、非構造部材（アンカーを上向き、横向き施工する場合）については接着系アンカーまたは金属系アンカー（樹脂充填有り）を使用することとなっている。落下により列車運行や公衆に危険が及ぶおそれのあるものについてはできるだけ接着系アンカーを用いるとされている点、機械式のような腐食のおそれがないという点を踏まえて、本件では接着式アンカーを使用することとした。

5. 接着式アンカーの検討

接着式アンカーの新設にあたっては、あと施工アンカー設計施工マニュアルに従い、アンカー径と作用する応力、設置位置の検討を行った。

1) アンカー径の検討

高架橋躯体の反対側にはケーブルトラフが存在しており、アンカーの設計定着長 $lad=10\phi$ は高架橋躯体幅 (150mm) を貫通しない必要性があった。また、アンカーの有効投影面積の重なりやへりあき寸法 5ϕ を考慮した結果、アンカー径はM12を採用することとした。

2) アンカーに作用する応力の検討

非構造部材等に用いるアンカーの設計に必要なとなる①引抜き力②せん断力③引抜きとせん断を同時に受ける場合の3項目について検討を実施した。上部2本のアンカーボルトに作用する引抜き力の検討について記載する。

アンカーに作用する引抜き力算定にあたっては、アンカーがプレート上端から 5ϕ ($=60\text{mm}$) の位置にあると仮定して、ブラケット下端を中心とした曲げモーメントを検討した。①死荷重②群集荷重③風荷重による曲げモーメントの組合せ曲げモーメントを検討した結果、①死荷重+③風荷重の組合せ曲げモーメントが最大であった。(図-5)

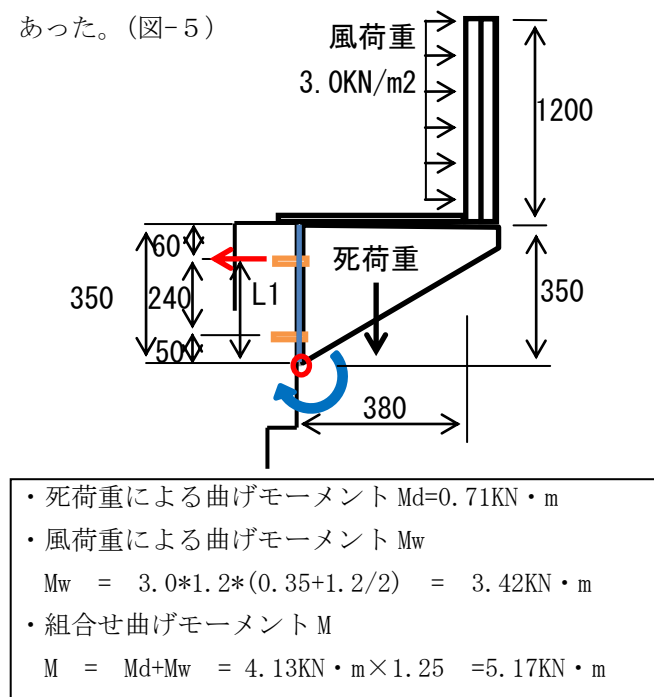


図-5 曲げモーメントの検討

引抜き力に対する検討においては以下の要件を満たす必要がある。

$$\begin{aligned} \text{必要要件} \quad & \sigma_s < \sigma_{sa} \\ & \sigma_s < \sigma_{aa} \end{aligned}$$

アンカーに作用する引張応力度 (σ_s)
鋼材の許容引張応力度 (σ_{sa})
アンカーの許容引張応力度 (σ_{aa})

アンカーに作用する引張応力度 (σ_s) については、以下の式により算定した。

● 組合せ曲げモーメントからアンカー1本あたりに作用する引張力 (F)

$$F = M(\text{KN}\cdot\text{m}) / 0.29(\text{m}) / 2(\text{本}) = 8.91\text{KN}$$

● アンカーに作用する引張応力度 (σ_s)

$$\sigma_s = F(\text{KN}) / A(\text{mm}^2) / 1000 = 105.64 \text{ N/mm}^2$$

このアンカーに作用する引張応力度 (σ_s) に対して、以下の3項目について検討を行い、いずれも条件を満たすことを確認した。

(a) カプセル型接着系アンカーの許容引張応力度

$$\sigma_{aa} = \{0.53 \cdot \pi \cdot \phi \cdot (D + 5.5\phi) \sigma_{ck1/3} + 0.36 \cdot \pi \cdot D(lad - 4\phi) \sigma_{ck2/3}\} / A_s$$

$$\sigma_{aa} = 155.4 \text{ N/mm}^2 \quad \text{判定 } 105.64 < 155.4 \text{ OK}$$

(b) 注入型（現場配合式）の接着系アンカーの許容引張応力度

$$\sigma_{aa} = \{0.44 \cdot \pi \cdot \phi \cdot (D + 5.5\phi) \sigma_{ck1/3} + 0.32 \cdot \pi \cdot D(lad - 4\phi) \sigma_{ck2/3}\} / A_s$$

$$\sigma_{aa} = 135.7 \text{ N/mm}^2 \quad \text{判定 } 105.64 < 135.7 \text{ OK}$$

(c) 鋼材の許容引張応力度

① M12(SS400)の降伏点における許容引張応力度

$$\sigma_{sa} = 245 \text{ N/mm}^2 \quad \text{判定 } 105.64 < 245 \text{ OK}$$

3) 設置位置の検討

設置位置の検討結果は以下であった。

(a) カプセル型接着系アンカー

施工可能範囲 $L1=0.29 \sim 0.20$ (m)

b) 注入型（現場配合式）の接着系アンカー

施工可能範囲 $L1=0.29 \sim 0.23$ (m)

アンカーの施工位置は、既設の機械式アンカーの位置と、高架橋躯体の鉄筋を避けた位置を選定しなければならない。より広範囲のアンカー設置位置を確保するために(a)カプセル型接着系アンカーを採用することとした。対策概要図を図-6に示す。

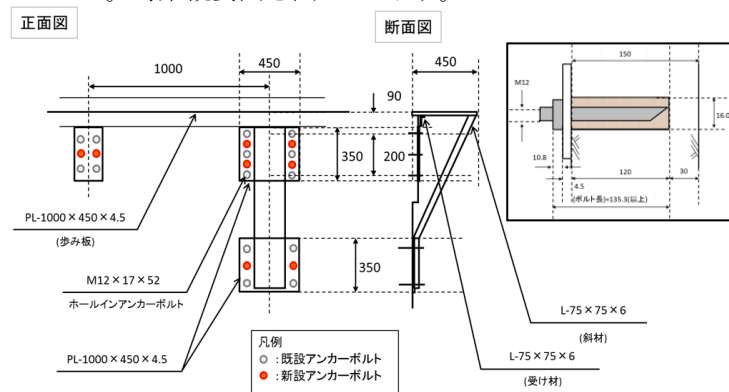


図-6 対策概要図

6. さいごに

高架橋の付帯構造物については日々点検・修繕を実施しているが、万が一落下につながった際の第3者被害影響が大きくその重要性は高いものであり、今後も抜本的な対策を含め適切な管理に努めていきたい。

参考文献

(1) あと施工アンカー設計施工マニュアル（平成23年7月改正）