

鉄道高架橋の軽量防音壁落下事象と対策

東日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○阿部 睦樹, 北村 栄治, 白井 毅, 西澤 太一

1. はじめに

中央本線下諏訪・岡谷間の一部 (L=1,277m) は高架区間となっている。施工は、3工区に分割され (図-1)、全延長で軽量高欄と呼ばれる防音壁 (以下、防音壁) が設置された。しゅん功は1995年であり、鉄道構造物としては比較的新しい経年23年の構造物である。本稿では、この区間において発生した防音壁落下事象に関する調査、変状原因の推定、対策工の検討について報告する。

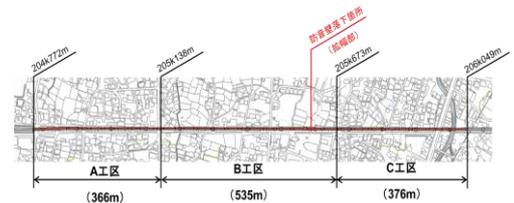


図-1 位置平面図

2. 事象概要と防音壁の構造

2014年12月、B工区の防音壁1枚が用地外の農地に落下している状態で発見された。なお、落下した防音壁は高架区間の中に1箇所だけある拡幅部の隅角部であった (図-2)。防音壁の規格は、1枚あたり W995×H1600×t175mm (重量約200kg) であり、その取付は、コンクリート二次製品の防音壁を地覆から立ち上げた溶融亜鉛メッキ仕上げM12のUボルト3本により固定されている。なお、



図-2 高架橋拡幅部

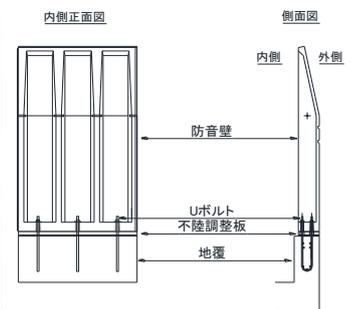


図-3 防音壁設置図

防音壁の高さ、施工時の施工性を確保するために地覆と防音壁の間には t=30mm の不陸調整板が使用されている (図-3)。落下した防音壁は、この不陸調整板と地覆の境界付近でボルトが腐食し破断していた。

3. 調査

3-1. 目視調査

落下した防音壁はボルトが腐食破断していたことから、ボルトの腐食に着眼した目視調査を実施した。その結果、高架橋内側からの調査ではボルト頭部の腐食や地覆周辺の錆汁は確認できなかったが、高架橋外側からの調査にて錆汁が原因と思われる地覆の変色 (図-4) が確認された。そのため、外観だけでは確認できないボルトの状態を確認するために不陸調整板を研り、ボルトの腐食状態を確認した。研り箇所の選定方法は施工会社からの聞き取りにより、施工当時の防音壁建込量が20~30m/日であったことから20mピッチとし、そこに高架橋外側からの地覆変色箇所を加えた全128箇所の抜き取り調査を実施した。抜き取り調査の結果 (表-1)、全128箇所の内81箇所で腐食が確認された。工区ごとに腐食の有無を比較したところ、防音壁が落下した箇所を含むB工区が最も腐食割合が大きいことがわかった。なお、調査時に不陸調整板の孔にペーストが充填されていない箇所が散見された。



図-4 地覆変色箇所

表-1 ボルト状態調査結果

	A工区	B工区	C工区	計
調査箇所数	40	53	35	128
腐食有り	12	42	27	81
腐食無し	28	11	8	47
腐食割合 (%)	30.0	79.2	77.1	63.3

3-2. 拡幅部の振動計測

落下した防音壁は拡幅部に位置し、近傍にはレール継目があることから、列車通過時における衝撃が相対的に大きい場所と推測できた。そこでレール継目直角方向の拡幅部地覆とレール継目から離れた拡幅していない箇所で加速度計による振動計測を実施した。

キーワード 防音壁, 軽量高欄, 維持管理, ボルト腐食, 鉄道高架橋, プレキャスト

連絡先 〒390-0815 長野県松本市深志1-1-1 JR長野土木技術センター松本派出 0263-39-7526

振動調査の結果（表 - 2）レール継目直角方向の地覆の振動は、レール継目から離れた拡幅していない位置に比べて約 10 倍の振動があることが分かった。

表-2 振動計測結果(kine)

車両種別	列車速度	レール継目直角方向	レール継目から離れた位置
特急	93km/h	2.502	0.268
貨物	43km/h	3.358	0.314

3-3. 不陸調整板についての考察

当時、「軽量防音壁施工の手引き」があったが、不陸調整板の施工や品質管理に関する記述はなく、社内の技術基準にも記載がなかった。そのため、当時の建設関係者へ聞き取りしたところ、不陸調整板は防音壁の高さ調整が容易であることから、施工性を考慮し使用したことが分かった。また、施工の際に地覆と不陸調整板の間にはドライモルタルを、防音壁と不陸調整板の間には硬練りのモルタルが使用されたことも推定された（図 - 5）。

4. 落下原因の推定（U ボルト腐食と防音壁落下のメカニズム）

現地の防音壁固定部詳細を図 - 5 に示す。また、現地調査の結果と当時の施工計画を整理した内容を以下に示す。

- ・不陸調整板は品質管理や施工方法に基準がないことから、不陸調整板の孔内にモルタルが充填されていない箇所が散見された。
- ・地覆と不陸調整板の境界の敷モルタルにはドライモルタルが使われており、水が浸入すると滞留しやすく、逸散しにくい状態であった。
- ・拡幅部においては列車通過による振動が相対的に大きいことから、振動時に各境界面において隙間が開閉しやすく、水が浸入しやすい状態であった。

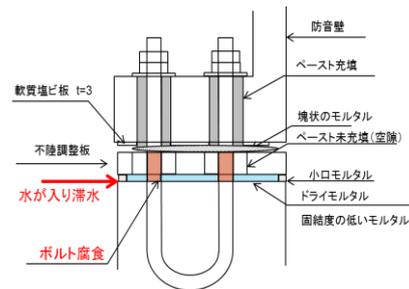


図-5 現地防音壁固定部詳細

このような環境下にあったことから U ボルトの腐食が進行し、断面欠損が生じたと考えられる。この状態で何らかの外力が加わり、防音壁の落下に至ったと推定される。なお、防音壁に加わり落下に至った外力には 2014 年 11 月 22 日に発生した（最寄りの地震計で 1.5kine を観測）長野県神城断層地震が考えられる。

5. 対策工の検討

事象後の応急対策として隣接する防音壁をボルト、単管等で連結した。これは、事象後の段階では、U ボルトの中には健全なものもあると判断し、連結させて隣接する防音壁がもたれ合うことで転倒、落下を防ぐことを目的とした。

次に恒久対策の進め方を決めるに当たり、U ボルトの腐食と残存耐力推移予測を行った。なお、斫り調査の結果から工区ごとに腐食割合のばらつきはあるが、全体的に腐食が分布していることから U ボルトの腐食は、均一に進展する仮定条件とした。その結果、B 工区では 100 年予測で耐力不足となり、C 工区でも耐力の限界値に近づく結果となった。そのため、防音壁全数に対策を実施することとした。防音壁が落下した拡幅部においては、地覆打替え（図-6）による対策とし、既存の地覆を撤去し嵩上げすることで不陸調整板を使わない構造とした。拡幅部以外の箇所については 3 案について比較検討（表 - 3）し、現地条件や試験施工の結果、③案の鋼材取付による恒久対策（図-7）を実施している。

表-3 対策工比較検討

	①案 アンカー増し打ち	②案 RC嵩上げ	③案 鋼材取付
概要	既存Uボルト近傍に増しアンカーを行う	地覆と防音壁基礎部をRCにて巻きたてる	防音壁外側に鋼材を取り付ける
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・試験掘り孔の結果地覆鉄筋に支障する箇所が多量発生時の撤去が困難 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工基礎幅が縮小される ・線路を断るケーブルロートの移動が必要 ・単線区間で後方貨物列車が走るためのコンクリート硬化中に大きな振動を受ける 	<ul style="list-style-type: none"> ・防音壁外側での作業が必要になるが一部の箇所を除き作業から高所作業車で作業可能



図-6 地覆打替え



図-7 鋼材取付

6. おわりに

本事象のような外観から確認できない変状を的確に捉えることは困難であり、効果的な検査手法は確立されていない。しかし、防音壁外側の錆汁の跡など、些細な変化を捉えることで、変状の兆候を見逃がさず、安全な鉄道構造物の維持管理に努めていきたい。

参考文献

1) 高山充直ほか：プレキャスト高欄取付に関する技術基準類の制定と経緯，SED，No.48，東日本旅客鉄道株式会社，2016