

盛土耐震補強における橋台背面沈下対策

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○久須美 賢一 橋内 真太郎
東日本旅客鉄道(株) 正会員 山内 真也 中村 宏

1. はじめに

JR 東日本では、首都圏の輸送量の多い線区を対象に、原則として高さ6m以上の盛土・切土の耐震補強を実施している。

盛土での代表的な補強工法としては、図-1 のとおり棒状補強材を打設し、のり面工と併用することで、線路直角方向の変形を抑制している。

また、橋台背面部においては、過去の地震で沈下等の事象が発生していることから、対策を実施することとした。本稿では、橋台背面沈下対策の設計の考え方を述べ、施工事例について紹介する。

2. 橋台背面部の性能指標¹⁾

土構造物耐震補強における性能指標を表-1 に示す。高さ8m以上または線区的に重要な箇所では、耐震性能Ⅱとし、それ以外は耐震性能Ⅲとし、ニューマーク法で設計している。盛土の耐震補強では、一般部と橋台背面部に分けて考え、橋台背面部では変形量の制限値を一般部より小さくしている(図-2、表-1)。

3. 橋台背面部対策の設計の考え方

橋台背面部対策箇所の補強イメージを図-3に示す。また、橋台背面部対策検討フローを図-5に示す。以下で設計の考え方を述べる。

(1) 橋台背面部対策箇所共通の補強方針

- ① 線路直角方向の設計では、一般部より変位量を厳しくしている。設計に用いる橋台背面部の変形量 δ は、線路直角方向の円弧すべりによる沈下量 δ_c と線路方向の橋台変位による沈下量 δ_L の和で算定している(図-4)。
- ② 翼壁部は主に補強土擁壁(L1地震動レベル)で補強する。
- ③ 橋台背面付近の軌道に、脱線防止ガードを設置する(写真-1)。

(2) 線路方向の対策選定フロー

図-5は、(1)を実施するほかに、個別に線路方向対策の要否を検討するフローとして位置付けている。基本的な考え方として、橋台線路方向の変形を抑制するか、それが困難な場合は、橋台背面地盤改良による柱状改良体を造成することで、橋台背面の沈下を抑制する。

なお、(1)の対策を実施すること等を考慮し、橋台の線路方向変形抑制の設計では、既設橋台の線路方向の安定と部材耐力を照査する場合は、L1地震動レベルで実施することとした。また、斜角が45°未満の橋台に対しては、線路方向の検討に加え、橋台背面直角方向に対する検討を追加している。

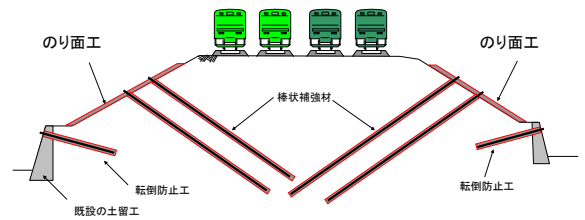


図-1 盛土耐震補強例(線路直角方向)

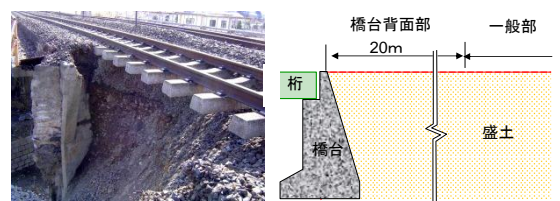


図-2 被害事例および橋台背面部

表-1 土構造物耐震補強における性能指標

	土構造物					
	一般部			橋台背面部		
	L1地震動に対する円弧すべり安全率	変形レベル	残留変形量 δ	L1地震動に対する円弧すべり安全率	変形レベル	残留変形量 δ
耐震性能Ⅱ	1.0以上	2	20cm未満	1.0以上	2	10cm未満
耐震性能Ⅲ	1.0以上	3	20cm以上50cm未満	1.0以上	3	10cm以上20cm未満

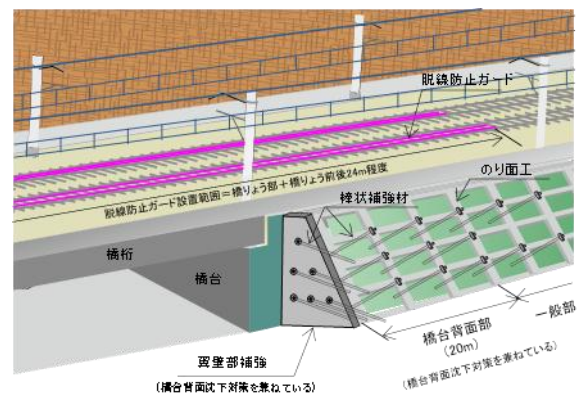
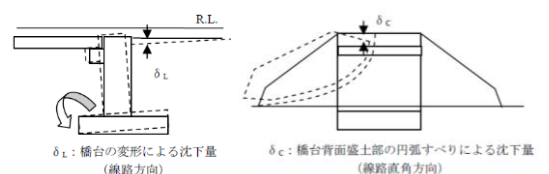


図-3 盛土耐震補強イメージ(橋台背面部)



橋台背面部の沈下量(変形量) = $\delta_L + \delta_c$

図-4 橋台背面部の沈下量(変形量)算定

キーワード：盛土、橋台背面、耐震補強、鉄道
連絡先：〒151-8578 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 TEL03-5334-1244
東日本旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 設備部 首都直下地震対策プロジェクトチーム

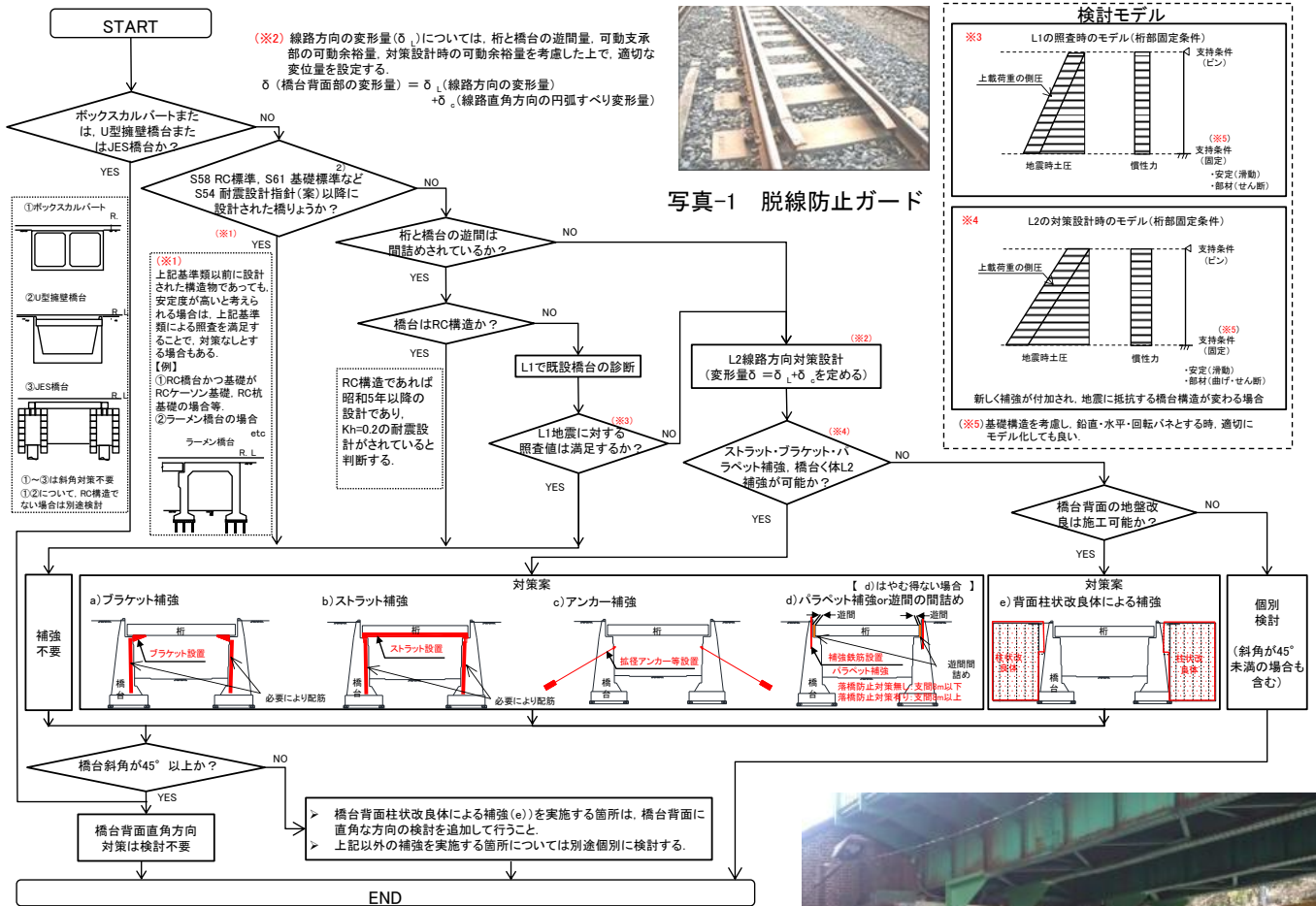
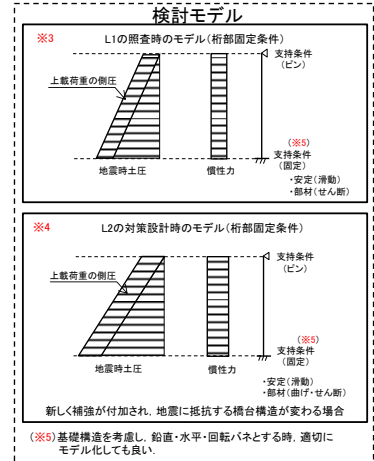


図-5 橋台背面補強 対策選定フロー



写真-1 脱線防止ガード



5. 設計施工事例

- (1) 橋台ブラケット補強対策の事例を図-6に示す。ブラケットを設置することで、橋台線路方向の変形を抑制する。本件では、橋台く体前面側に引張力が発生するため、桁座上部から削孔して曲げ補強鉄筋を配置している。
- (2) 橋台背面柱状地盤改良体による設計事例を図-7に示す。橋台高さと同様長さの柱状地盤改良体を設置し、背面盛土の沈下を抑制することとしている。

6. 終わりに

本稿では、橋台背面部の補強設計方針を述べ、設計施工事例について紹介した。個別の検討を要する場合はあるが、斜角橋台を含めて橋台背面沈下対策の方向性を概ね示すことができたと考えている。今後も設計・施工の考え方に改良を加えながら、耐震補強工事に取り組み、安全輸送の確保に努めていきたい。

[参考資料]

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物編：鉄道総研，2007，耐震設計：鉄道総研，2012
- 2) 建造物設計標準解説 鉄筋コンクリート構造物および無筋コンクリート構造物：国鉄，1983，基礎構造物・抗土圧構造物：国鉄，1986
- 3) 鈴木延彰：JR東日本における土構造物の耐震補強について，基礎工，Vol. 41, No. 11, pp. 67-69, 2013.
- 4) 藤原真士他：首都直下地震に備えた鉄道盛土の耐震補強工事，地盤工学会誌，vol. 62, No. 7, pp. 12-15, 2014. 7.
- 5) 安田武道他：JR東日本の耐震補強の取組み状況，土木施工，vol. 55, No. 9, 2014. 9.
- 6) 池本宏文他：橋台背面盛土の沈下抑制工法における実験的検証，地盤工学会特別シンポジウム—東日本大震災を乗り越えて—発表論文集，2015



写真-2 ブラケット補強

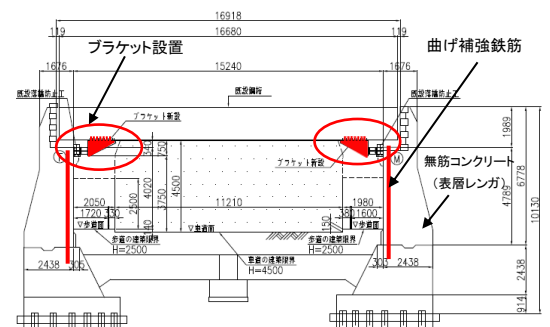


図-6 橋台背面補強例 (ブラケット補強)

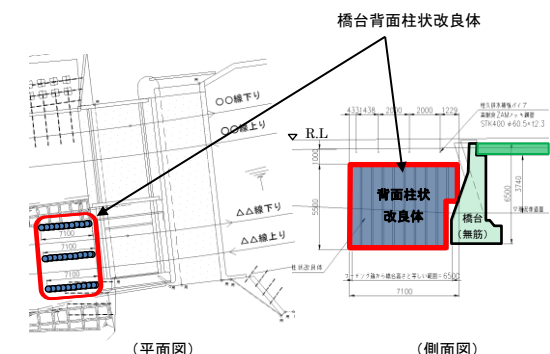


図-7 橋台背面補強例 (背面柱状改良体)