

ブレーキダンパーによる鉄道高架橋の応答変位抑制対策

JR 東海 正会員 ○岩田 秀治
 JR 東海 正会員 大竹 敏雄
 JR 東海 正会員 鈴木 亨

1. はじめに

新潟県中越地震での上越新幹線の営業運転中の脱線事象を鑑み、東海道新幹線では脱線・逸脱防止対策として、①脱線そのものを防止する「脱線防止ガード」の設置、②万が一の脱線後の車両の逸脱を防ぐ「逸脱防止ストッパ」の車両への搭載、③構造物の大きな変位を抑制する対策、を実施している。③におけるラーメン高架橋の地震時応答変位の抑制対策では、これまでダンパーブレース工法(図1)を施工してきたが、今後の設置予定箇所は事務所・店舗等が高架下を利用している場所であり、支障移転を伴わない工法の開発が急務であった。以下、そのような施工困難箇所でも適用可能な変位抑制工法の合理的改良について示す。

2. ブレーキダンパーを用いた応答変位抑制対策工

(1) 支障移転不要の構造(低コスト化)

高架橋下利用箇所での従来工法の適用は、支障移転を伴い多大な費用・協議労力・時間を必要とする。それを回避するため、柱の上方で取付く筋交い構造とし、その部分に減衰性能(ブレーキダンパー)を付加させる仕組みとした(図2, 図3)。

(2) 高性能化

数多くある地震エネルギーを吸収する制震デバイスの中から、以下の要求性能によりブレーキダンパーを選定し、脱線を生じさせない高架橋の変位抑制対策工に適する構造に改良した。

- ①微小変位領域から減衰効果の発揮
- ②余震を考慮した複数負荷繰返しでの性能保持
- ③低コスト化かつ保守省力化

これを満たすブレーキダンパーの仕様は、ステンレス板を自動車のブレーキ材で挟み込み、皿バネで結合する構造で、いずれも特殊材料ではない安価な材料による構成である(図4)。減衰性能は、摩擦熱の変換により地震エネルギーを吸収可能とするもので、微小変形領域より効果を発揮し、履歴曲線は免震支等と比べ、ロスのない理想的な矩形型を示すものです(図5)。

また、座屈拘束型の金属塑性ダンパーとは異なり、ブレーキ材を用いるため、その効果は半永久的であり、余震に対しても十分な性能保持とするもので、大地震後の取替えも基本不要である。

加えて、ブレーキ材は皿バネで結合のため、数百回の動的繰返し品質確認試験においても、一切緩むことが



図1 ダンパーブレース工法 図2 ブレーキダンパー

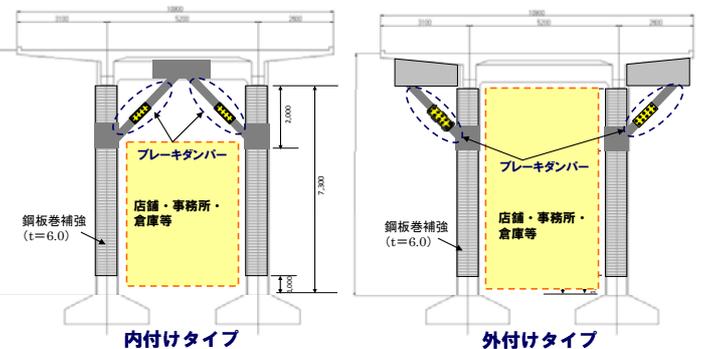


図3 高架橋へのブレーキダンパー設置位置

キーワード：地震対策, 脱線逸脱, ブレーキダンパー, 応答変位, 振動台実験

連絡先：〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 JR 東海 技術開発部 TEL 0568-47-5375

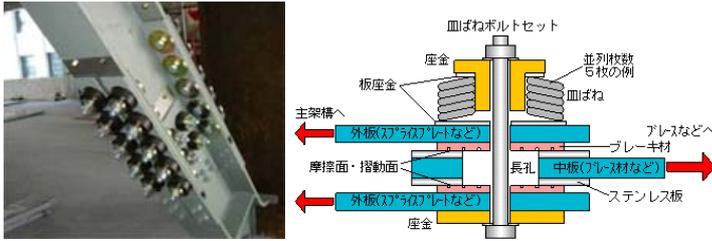


図4 ブレーキダンパーの仕様

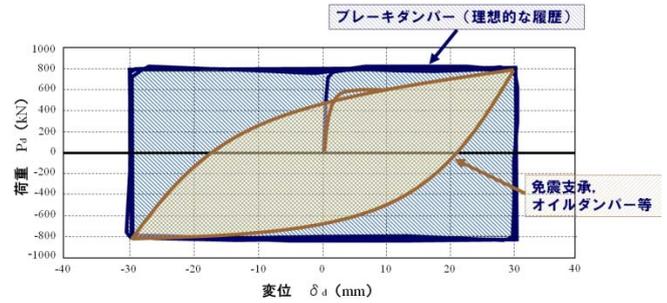


図5 ブレーキダンパーの履歴曲線

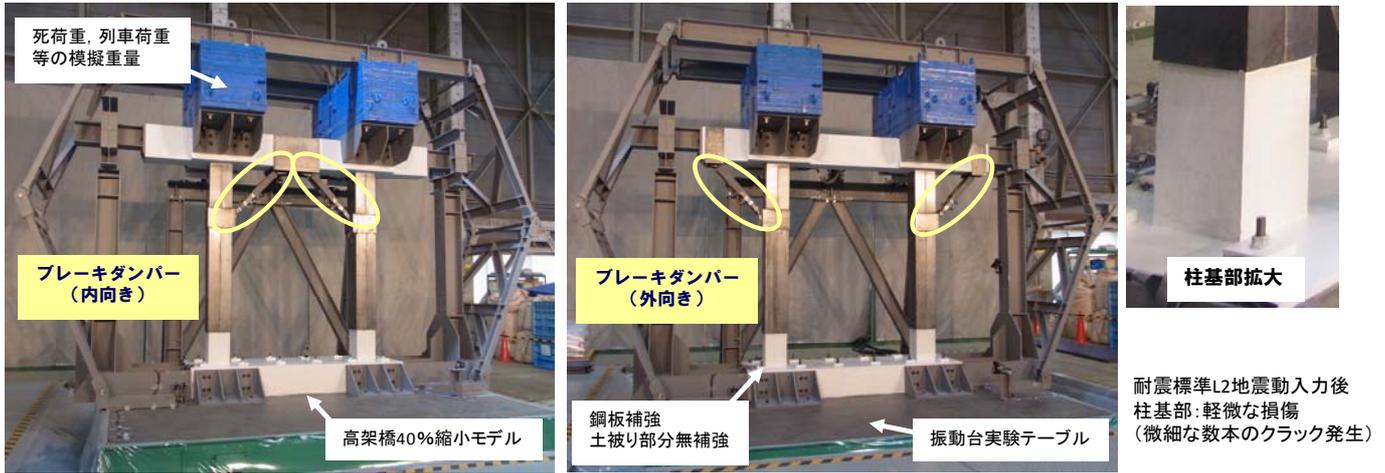


図6 ブレーキダンパー (内向き・外向き) 振動台実験

なく、そのため保守としては、定期的なトルク管理は不要で、目視による錆腐食の確認程度の簡易な点検のみである。

(3) 性能確認実験 (動的振動台実験)

試験体は、ラーメン高架橋の線路直角方向ラーメンの 40%縮小モデルとし、ブレーキダンパーを内向き・外向きの 2 種類とし、高架橋柱補強の施工での土被り部分における柱の鋼板巻き補強の省略を想定し、柱下端部の 1.5D は無補強とした (D: 柱断面幅)。

振動台実験は、鉄道耐震設計基準の標準地震動の最大の L2 地震動 (G2 地盤波, 最大加速度 1,028.6Gal) を入力させ性能確認を実施した (図 6)。

実験結果は、試験体上端に弾性応答 2.6G 相当と大きい入力となるも、最大応答変位は脱線を生じさせない許容範囲内に制御でき、試験体の状態もほぼ無損傷であった。その後、余震を想定した 70%入力の場合でも、同様に十分な性能を発揮し、複数回の地震に対応可能なことを確認した。

内向き・外向きタイプでの比較は、外向きタイプは高架橋端部のはね出し部に固定するため上下方向のバタツキが生じる。このため柱-梁で囲まれた内部に設置の内向きタイプと比べ、変位抑制効果は 30%程度少なくなった。

3. まとめ

脱線・逸脱対策の脱線防止ガードの効果を確実に発揮させるため、構造物の変位抑制対策により、高架橋の揺れを最小限度に抑える必要がある。一方、制震ダンパーは変位が生じないと減衰効果が発揮できず、その相反する条件下で、高架橋の変位を脱線回避可能な狭い領域の変位内に制御できる新しい高架橋変位対策工を考案した。今後は、更なる低コスト化を図るとともに、高架下利用箇所等での展開を進め、脱線・逸脱対策の早期完了に寄与させるものです。

参考文献 : 武田篤史, 尹元彪, 鈴木基行: 履歴型ダンパーを用いた橋梁の設計におけるダンパー減衰力の選定に関する解析的検討, 土木学会構造工学論文集 Vol.60A, p.p.350-359, 2014.3.