

圧縮型鋼製ダンパーブレース Compression Type Steel Damping Braces

武田 篤史 Atsushi Takeda
喜多 直之 Naoyuki Kita
(本社生産技術本部)
渡辺 哲巳 Tetsumi Watanabe
(本社設計本部)

1. はじめに

鉄道 RC ラーメン高架橋柱に対する耐震補強は、不足するせん断補強筋を補う鋼板等の巻立てによって行うのが一般的である。高架下空間が店舗や事務所等として利用されている箇所ではこれらの移設を行いながら補強を進めているが、移設の難しい施設や設備が設置されている高架橋など、鋼板等巻立ての実施が難しいケースへの対応が課題であった。

一方、ダンパーブレースは、線路方向・線路直角方向それぞれ数箇所に設置して高架橋ブロック全体の耐震性能向上を図るものである。鋼板巻立てのようにすべての柱を補強する必要がなく、上記のような課題がある高架橋に有効となる。しかし、建築で用いられるものなど従来のダンパーブレースは、引張材であるブレースの端部を配筋が密な高架橋隅角部にアンカーで固定する必要があり、既設高架橋の補強としての適用性に問題があった。

以上のような背景から、鋼製のせん断パネルを用いたダンパーをブレースの交差部に配置し、鋼製ブレースを圧縮材として使用する新しいタイプの鋼製ダンパーブレース（圧縮型鋼製ダンパーブレース）を開発した。

2. 圧縮型鋼製ダンパーブレースの概要

圧縮型鋼製ダンパーブレースは、Fig. 1 に示すように4本のブレースと中央部のダンパーで構成される。ダンパーは中央に開口部を持つ矩形で、上下左右4箇所に鋼製のせん断降伏部材（せん断パネル）を配置している。各せん断パネルの中心線を結んだ矩形は RC 架構と相似形である。ブレース端部は鋼製ソケットおよび無収縮モルタルを介して高架橋隅角部に接し、ブレースには圧縮力のみが伝達される。一般にパネル材には低降伏点鋼が用いられることが多いが、本工法では SM490 を強度試験を行なったうえで用いることとしている。

地震による慣性力が作用したときのダンパーの変形状態と圧縮型鋼製ダンパーブレースによる抵抗機構を Fig. 2 に示す。慣性力による高架橋の変形に伴って片側のブレースに圧縮力が作用し、この圧縮力によって各せん断パネルが変形する。その結果、矩形のダンパー全体がせん断パネル配置の幾何学的特徴により RC 架構と同様に平行四辺形に変形する。このとき、軸力の作用していない他方のブレースは外方向に押し出され、ブレース端部が RC 高架橋隅角部の変位に追随する。

このようなダンパーの構造と変形機構により、ブレース材には曲げや引張力が働かないので、ブレースの断面サイズを抑えることができ、また、高架橋本体との取り付けにアンカーが不要となる。その結果、既設高架橋の耐震補強として、従来のダンパーブレースの問題点を解決した構造が実現できる。

圧縮型鋼製ダンパーブレースは、せん断破壊モード、曲げ破壊モードに該当するいずれの高架橋（以下、せん断破壊モード高架橋、曲げ破壊モード高架橋と称す）にも適用可能である。その剛性の大きさを利用して地震時の高架橋本体の応答変位を目標変位以下に抑えることによって損傷を防止するものである。さらに、耐力に上限を持つことで、弾性ブレースを用いるよりも架構全体が負担する水平荷重を低く抑える緩衝装置として機能する。このことは、基礎などの他部材に過度の影響を及ぼすことを防止する効果にもつながる。また、せん断パネルが先行して降伏することによりエネルギー吸収を期待することもできる。

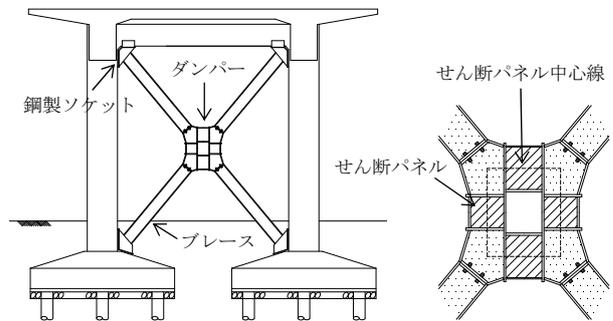


Fig. 1 圧縮型鋼製ダンパーブレースの構造
Outline of Compression Type Steel Damping Braces

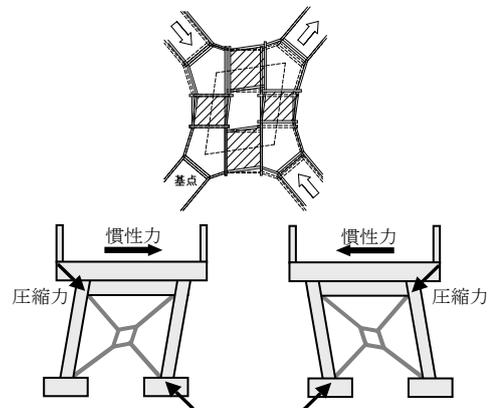


Fig. 2 ダンパーの変形と抵抗機構
Mechanism of Resistance Using the Device

3. 振動台実験による性能確認

圧縮型鋼製ダンパーブレースの性能を確認するため、技術研究所の大型振動台を用いた加振実験を行った。東海道新幹線の標準高架橋 (E-N06-1) を縮尺 1/5 で再現したモデル高架橋に圧縮型鋼製ダンパーブレースで補強した場合と補強しない場合の応答の差異を Fig. 3 に示す。せん断破壊モード高架橋・曲げ破壊モード高架橋のいずれに対しても、応答変位を適切に抑制し、破壊を防止している。

4. 実構造物への適用

4.1 鉄道高架橋への適用

鉄道高架橋に対しては、これまでに6件の適用実績がある。適用の理由は、1) 撤去不能の壁 (地下鉄道 (他社) の吸気ダクト壁) が柱に内接している (Photo 1)、2) 河川に近い高架橋ブロックで片側の土被りが大きく、柱巻き立てのための掘削を回避したい、3) 線路方向のみがせん断破壊モードであり、すべての柱を巻き立てることが不合理である、4) 高架橋ブロックの約半分が盛土中に埋まっており、全柱の巻き立て補強が不可能である、5) 鋼板巻き立て補強を行っても変形性能が不足する、などである。なお、2層高架橋の場合は、下層のみ圧縮型鋼製ダンパーブレースとし、上層は弾性ブレースとしている。

4.2 技術研究所オープンラボへの適用

建築物への適用第一号として、技術研究所オープンラボへダンパーブレースを適用した。本建物は鉄骨造2階建てであり、X方向：ラーメン構造、Y方向：ブレース構造である。ダンパーブレースを6構面に配置している。設計にあたっては、せん断パネルの降伏前に、面外座屈しないよう配慮している。Y型ブレースと異なり、ブレースを基礎梁に接合する必要がないため工期短縮につながるとともに、すっきりとしたデザインを実現した。(Photo 2)

5. まとめ

せん断パネル型のダンパーブレースを既設鉄道高架橋の補強として用いるため、せん断パネル配置を工夫したダンパーによってブレースが圧縮材として機能する新しいダンパーブレースを開発した。鉄道高架橋の耐震補強では、条件に応じた最適な工法を選択することが肝要であり、施工難度の高い条件においては本工法が有用である。また、既設構造との接合が簡易であることは、分野に限らず有効となるものであり、建築分野での適用も期待される。

謝辞

本工法は東海旅客鉄道株式会社と共同で開発したも

のであり、同社技術開発部をはじめとする関係各位に謝意を表します。

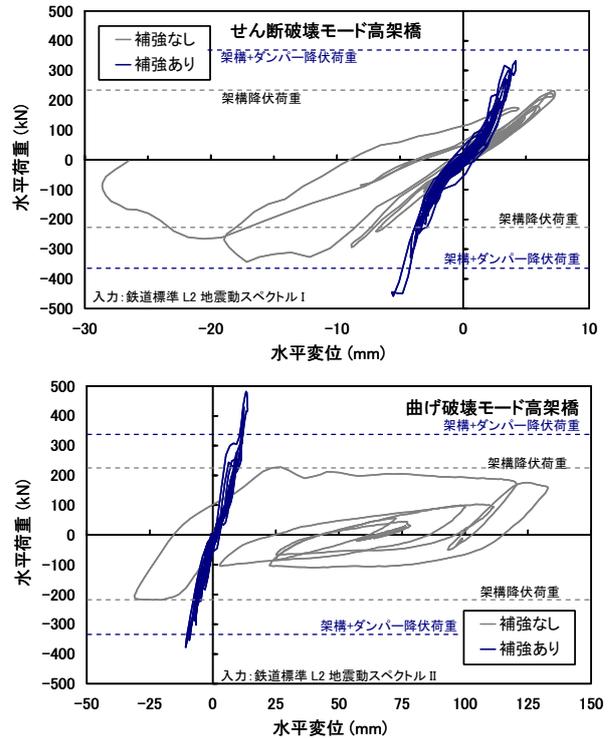


Fig. 3 圧縮型鋼製ダンパーブレースの補強効果
Effect of the Device to Model Viaducts



Photo 1 鉄道高架橋への適用例
Application of the Device to Railway Viaduct



Photo 2 技術研究所への適用例
Application to of the Device to Obayashi-TRI