

V-267 鋼製ブレースダンパーを用いたRC鉄道高架橋脚の水平交番載荷試験 -耐力上昇抑制型ダンパーの検討-

鉄道総合技術研究所 正会員 松本信之^{*1}
 大林組 技術研究所 正会員 岡野素之^{*2}
 鉄道総合技術研究所 正会員 在田浩之^{*1}
 鉄道総合技術研究所 正会員 曾我部正道^{*1}
 大林組技術研究所 フェロー会員 大内 一^{*2}

1. まえがき

鉄道高架橋の高剛性化・高減衰化を目的とし、RC架構の内部に鋼製ブレースダンパーを配置した新型鉄道高架橋下部工を提案し、その耐震性能に関し検討してきた¹⁾。これまでに、高剛性・高減衰性能を確認し、また全体性能はRC架構とダンパーブレースの各性状の重ね合わせで実用上評価できることなど基本的性状を把握した。しかし、これらのせん断降伏型ダンパーは降伏後の耐力上昇が大きいため、ブレース材や基礎への影響が考えられる。そこで、耐力上昇の抑制を目的とした2種類のダンパーを用いて、架構実験を実施しその性能を検討した。

2. 実験概要

2.1 試験体 試験体は実構造物の1/2.5スケールで、図1に示すようにRC架構Aにリンク材B（高減衰ダンパー）とブレースCが付加された構造（合計2体）である。RC架構部分はこれまでの実験¹⁾と同一構造とした。降伏震度は、RC架構とリンク材それぞれ0.4、全体で0.8とした。リンク材の詳細は以下のように決めた。その他の鋼材も既報¹⁾に比較し経済性を考慮して設計した。

試験体M：フランジを小さくしせん断降伏後、RC架構が降伏する前に曲げ降伏する。

試験体S：せん断パネル（ウェブ）の幅厚比を大きくしせん断座屈を早める²⁾。

ここに、幅厚比： D/tw 、 D ：補強板に囲まれたせん断パネルの幅、 tw ：ウェブの厚み

架構には上部構造と列車荷重に相当する荷重として各柱の直上位置に154kN（柱断面積当たり2.1N/mm²）ずつ鉛直荷重を載荷した。使用材料の性質を表1、2に示す。リンク材Bのウェブには低降伏点鋼材BT-LYP235を用いた。

2.2 加力方法 鉛直荷重を一定に保持した状態で、水平方向に試験体の左右から押・引の2台の静的ジャッキにより均等に水平力を加え正負交番載荷した。載荷履歴は、柱端部すべての最外縁鉄筋が降伏した変位を降伏変位 δ_y と定義し、変位制御により δ_y の整数倍の各変位で各3回繰返した。リンク材の荷重負担量はブレース材のひずみを用いて算定した。

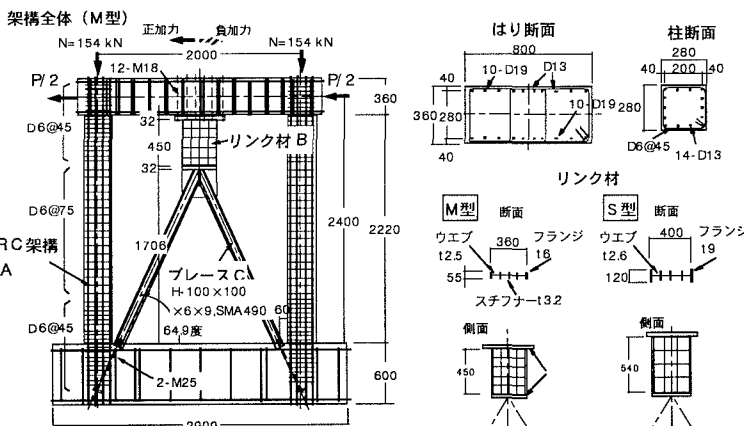


図1 試験体

表1 鋼材の性質

使用部位	降伏点 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
鉄筋	D6	371	509
	D13	345	514
	D19	384	582
	M18	552	787
アンカー ボルト	M20	483	692
	M25	638	847
リンク材ウェブ	225	331	205
リンク材 フランジ	M-type	310	460
	S-type	374	531
ブレース	356	560	209

表2 コンクリートの性質

使用部位	引張強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
はり	3.18	35.1	25.8
柱	2.99	34.6	27.1

キーワード：耐震、鉄道RC高架橋脚、高減衰ダンパー、ブレース

*1 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL 042-573-7279 FAX 042-573-7472

*2 〒204-0011 東京都清瀬市下清戸4-640 TEL 0424-95-0996 FAX 0424-95-0903

3. 実験結果

3.1 破壊と変位の性状 各試験体における荷重 (P) と頂部変位 (δ) の関係、リンク材が負担する荷重とリンク材上下端の水平相対変位との関係を図2、図3にそれぞれ示す。

試験体Mは、リンク材ウェブがせん断降伏後、 $1\delta y$ へ向かう途中 ($P=179\text{ kN}$, $\delta=3.63\text{ mm}$) でリンク材フランジの上端が引張降伏した。全体架構の降伏変位は $\delta y=18.8\text{ mm}$ であった。 $2\delta y$ でリンクのフランジとウェブが座屈した後、ウェブの破断など損傷が拡がりながらも変位履歴は紡錘型の安定した履歴を示した。 $4\delta y$ でリンク材上端が全て破断し大幅に荷重が低下した。その後はRC架構だけの履歴となった。

試験体Sは、せん断降伏後の全体架構の降伏変位は $\delta y=18.7\text{ mm}$ であった。リンク材のウェブは $1\delta y$ で座屈し、 $3\delta y$ で破断が発生した。その後荷重は次第に低下し柱主筋の座屈などで終局に至った。リンク材の変位履歴はウェブの破断 ($3\delta y$) を境に紡錘型から逆S型に変化している。

図2、3にはリンク材の力学特性に関する既往の評価式²⁾を用いた解析値を同時に示したが、いずれも実験値は解析値を上回っている。ここで解析値は、RC架構はファイバーモデルで、リンク材の性状は評価式²⁾で与え、全体架構はこれらの重ね合わせとした。

3.2 リンク材の耐力上昇 図4に耐力上昇の比較を示す。ここではリンク材の履歴から包絡線を用い、縦軸はせん断降伏荷重計算値で除して無次元化し、横軸はせん断変形角とした。耐力上昇は既報¹⁾の試験体BS、BH2に比較し抑制され、評価式に近い結果となっている。評価式では降伏後の二次勾配を実験値結果などから弾性の1%としているが、これよりも高い結果であった。この理由としては、繰り返しによるひずみ硬化の累積やリンク材製作時の溶接の影響が考えられる。

4. まとめ

せん断降伏後曲げ降伏させる構造および、せん断パネルの幅厚比を大きくすることにより耐力上昇は抑制できる。ただし曲げ降伏させる構造では局部に変形が集中するため $4\delta y$ 程度で全体破断する。

謝辞： 低降伏点鋼材は新日鐵よりご提供頂きました。ここに深謝します。

参考文献

- 1) 松本信之、岡野素之、在田浩之、曾我部正道、涌井一、大内一、高橋泰彦：鋼製ダンパープレースを有するRC鉄道高架橋の耐震性能、土木学会構造工学論文集Vol.45A, pp.1411~1422.1999.3.
- 2) 高橋泰彦、品部祐児：せん断降伏型薄鋼板の復元力特性に関する実験的研究、日本建築学会構造系論文集、第494号, pp.107~114, 1997.4.

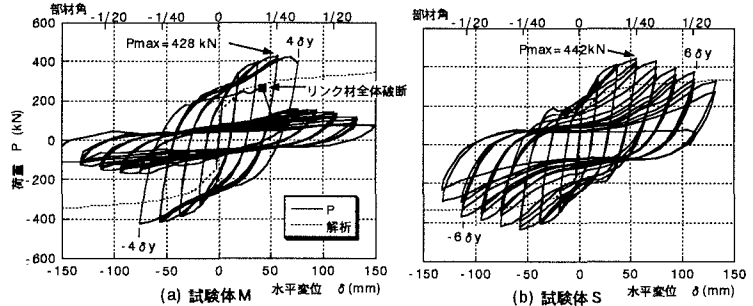


図2 水平荷重と頂部変位との関係

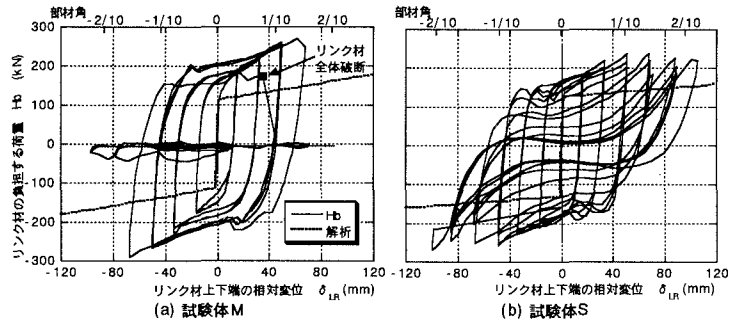


図3 リンク材が負担する荷重と変位との関係

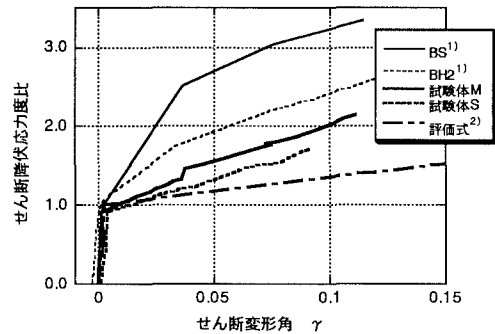


図4 リンク材の耐力上昇の比較