

スライド部を有する座屈拘束ダンパーを上下部構造間に設置した橋梁の
制震効果に関する動的解析

JFE シビル (株) 正会員 萩原 健一, 塩田 啓介 JFE シビル (株) 内藤 仁志
早稲田大学 正会員 秋山 充良

1. はじめに

座屈拘束ダンパー (以下, ダンパー) は, 補剛材によって軸力材の座屈を防止した鋼製履歴型ダンパーで, トラスやアーチ橋のブレースや上下部構造間などに設置する制震デバイスとして使用されている¹⁾. このダンパーを上下部構造間の可動支承に併設して使用する場合には, 常時の上下部構造間の相対変位には作動せず, 地震時には制震ダンパーとして作動する機能が必要とされる²⁾. 著者らは, ダンパーにスライド部を装備することによって, この機能を満たし, かつ橋梁の制震化による安全性向上に効果があることを示した³⁾.

本研究では, スライド部を有するダンパーを可動支承に併設した場合について, スライド量の変化が橋梁の制震効果, および, ダンパーの最大伸縮量に及ぼす影響について, 動的解析により検討した.

2. 解析モデルの概要

図-1 に検討の対象とした 2 径間連続鈑桁橋のモデルを示す. 中央の橋脚は固定支承を, 橋台 A1 および A2 は可動支承を有している. ダンパーは降伏軸力が F_y で, 上部構造と両橋台間にそれぞれ 2 基, 合計 4 基設置する.

図-2 に解析の骨組みモデルを示す. スライド部は, スライド量 S の範囲では軸力が作用しないバネとしている. 表-1 に解析ケースを示す.

3. 解析結果

図-3 (a) および (b) は, 補強前のケース (A) と補強後の (H) について, 橋脚頭部の水平荷重 P と水平変位 δ の関係を示す. 補強前では, 水平変位の最大値 δ_m が許容水平変位 δ_a (耐震性能 2) を大きく超えているが, ダンパー補強後は, δ_a の範囲に収まっている.

図-4 は, ケース (H) の場合について, 橋台 A1 側ダンパーの軸力 F_l (2 基の合計値) とダンパーとスライド部の伸縮量の合計値 d_t の履歴曲線である. 伸縮が反転するときにスライ

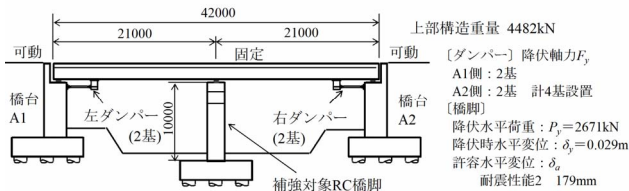


図-1 検討対象橋梁 (2 径間連続鈑桁橋)

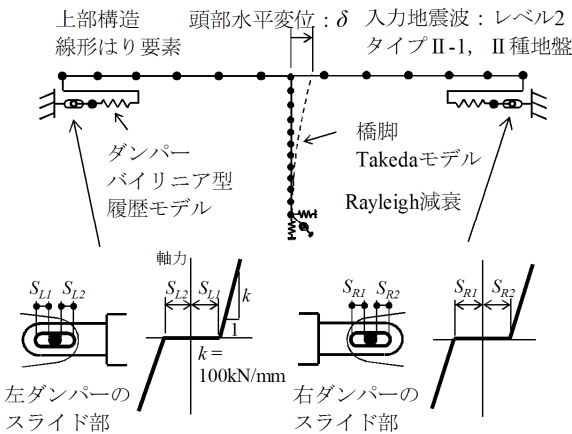
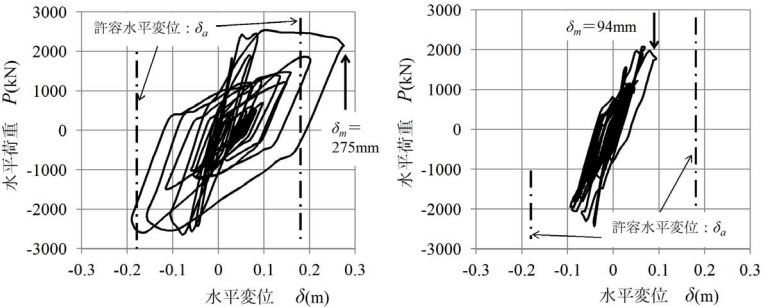


図-2 解析モデル

表-1 解析ケース

ケース	着眼点	傾向	ダンパー 1基当り 降伏軸力 F_y (kN)	スライド量 S (mm)			
				左ダンパー		右ダンパー	
				S_{L1}	S_{L2}	S_{R1}	S_{R2}
A	補強前	—	—	—	—	—	—
B	ダンパー降伏 軸力の違い	小	100	—	—	50	—
C		中	200	—	—	50	—
D		大	300	—	—	50	—
E	スライド量の 違い	無	200	—	—	0	—
F		中	200	—	—	30	—
G		大	200	—	—	100	—
H	スライド量の 偏心	片寄り	200	30	70	30	70
I		内寄り	200	70	30	30	70



(a) 補強前 (A) (b) 補強後 (H)

図-3 橋脚頭部の水平荷重 P と水平変位 δ の関係

キーワード : 座屈拘束ダンパー, 上下部構造間, 制震構造, 動的解析

連絡先 〒111-0051 東京都台東区蔵前 2 丁目 17 番 4 号 JFE シビル株式会社 TEL03-3864-3796

ドが生じている。図-5 は、このときの F_I とダンパーの伸縮量 d の関係を示したものであるが、弾塑性の伸縮を繰返しておりエネルギー吸収効果を発揮していることがわかる。

図-6 は、ダンパーの降伏軸力 F_y の違いによる δ_m およびダンパーの最大伸縮量 d_m の変化をみたものである。 F_y が大きいほど δ_m が低減しており、ダンパーの降伏軸力を適切に選定することによって橋脚の水平変位を許容値内に収めることができることが分かる。

図-7 は、スライド量 S の違いによる δ_m および d_m の変化を示す。 S の増加に伴って δ_m は増大するが、その増加量は S の増分に近い。一方、ダンパーの最大伸縮量 d_m の変化は比較的小さい。

図-8 は、地震動作用前のスライド量に偏心がある場合の影響についてみたものである。ケース (C) は均等、(H) は片寄り、(I) は内寄りの場合である。ダンパーの許容伸縮量 d_a は 80mm (塑性化部長さ 2m, 片歪振幅 4%) であり、これらのケースでのダンパーの最大伸縮量 δ_m は許容値内にある。偏心がある場合には、ダンパーの最大伸縮量 d_m が増加し、その増加量は 18mm となっているが、この値は偏心量 20mm に近い。ダンパーの許容伸縮量 d_a を設定し、それに応じてダンパーの仕様を選定する場合には、スライド部の偏心量を見込んで d_a の値を決める必要があることが分かる。橋脚の最大水平変位 δ_m については、スライド部の偏心量の影響は小さい。

4. まとめ

本研究によって次の知見が得られた。(1)スライド部を有する座屈拘束ダンパーを可動支承に併設することによって、橋梁の耐震性向上が可能である。(2)ダンパーの降伏軸力を適切に選定することにより、橋脚の変位量を制御し、地震による損傷の程度を低減することができる。(3)スライド量の増加によって橋脚の水平変位が大きくなるが、その増分はスライド量の増分に概ね等しい。(4)スライド部の偏心によってダンパーの伸縮量が増加し、その増分はスライド部の偏心量に近い。

参考文献 1)前野裕文ら：座屈拘束ブレースを用いた上部構造の耐震補強設計，土木学会第 59 回年次学術講演会，1-184，pp.367-368，2004.9. 2)堺淳一ら：耐震補強として支承部に水平力分担構造を設置した橋の地震時挙動の評価に関する一検討，第 16 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp.239-246，2013.7. 3)櫻井有哉ら：鋼モルタル板を用いた座屈拘束ブレースの性能評価と上下部構造間に設置する制震ダンパーとしての適用性検討，第 19 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp.15-20，2016.7.

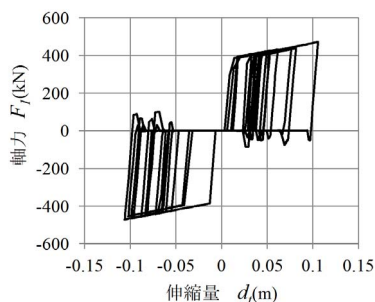


図-4 ダンパー軸力 F_I とスライド部を含めた伸縮量 d_t の関係 (H)

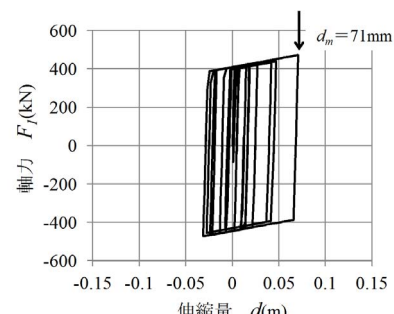


図-5 ダンパー軸力 F_I と伸縮量 d の関係 (H)

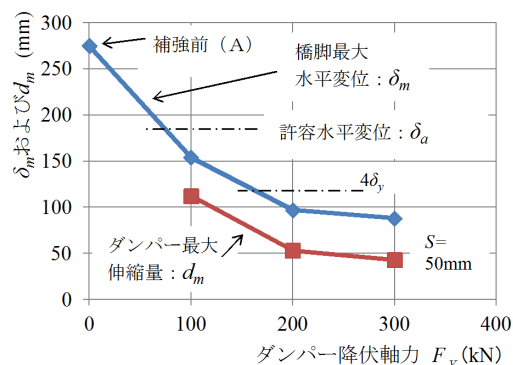


図-6 ダンパー降伏軸力 F_y と橋脚最大水平変位 δ_m およびダンパー最大伸縮量 d_m の関係

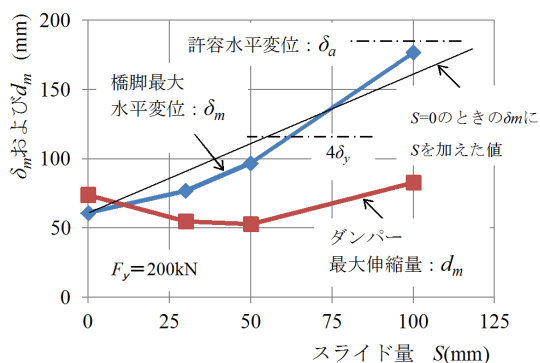


図-7 スライド量 S と橋脚最大水平変位 δ_m およびダンパー最大伸縮量 d_m の関係

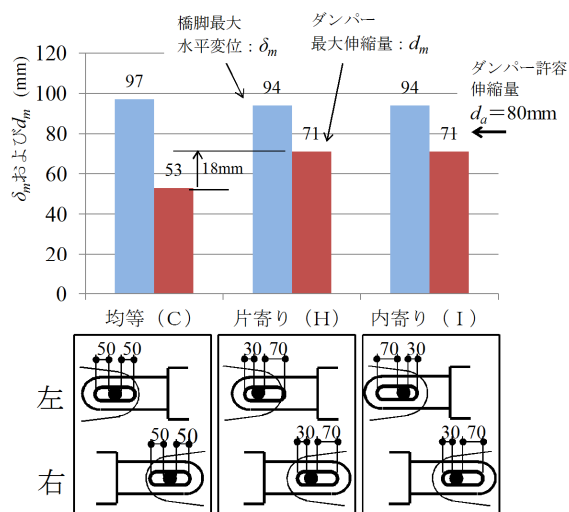


図-8 スライド部の偏心が橋脚最大水平変位 δ_m およびダンパー最大伸縮量 d_m に及ぼす影響