第Ⅰ部門　　RC 製取付部を有する橋梁用制震ダンパーの動的加振実験

京都大学大学院工学研究科　学生員　○杉本　文弥
京都大学大学院工学研究科　正会員　植村　佳大
オイレス工業株式会社　正会員　山本　剛
京都大学大学院工学研究科　正会員　上田　知弥
オイレス工業株式会社　正会員　田中　剛
京都大学大学院工学研究科　正会員　高橋　良和

1. 背景・目的

令和 7 年道路橋示方書[1]には減衰付加装置に関する記述が追加され，装置の性能を評価する上で取付部の影響を考慮する必要性が示された．特に制震ダンパーは変形によって減衰性能を発揮するため，取付部の変形が減衰特性に影響する可能性がある．さらに同解説では，減衰付加装置の取付部に可動部があると，減衰力だけでなく衝撃的な力が生じる可能性があることが例示されている．引張耐力が小さいという RC 部材の特性から，RC 製取付部は鋼製取付部と比較して衝撃の影響を受けやすいと考えられる．そこで本研究では，RC 製取付ブラケットを有する制震ダンパーシステムに対して動的加振実験を行い，ダンパー動作時に RC 製取付部が受ける影響を評価する．

2. 実験概要

(1) 供試体概要

本実験では，南阿蘇橋に設置された制震ダンパーの RC 製取付ブラケット（以下，取付ブラケット）を模擬した縮小供試体を使用する．配筋図を**図-1** に示す．

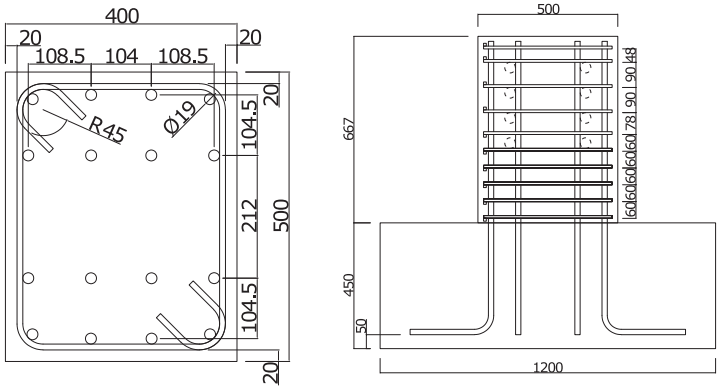
制震ダンパーは，オイレス工業製の粘性ダンパーを用いる．ダンパーの定格容量は 300 kN，ストロークは±250 mm であり，ダンパー抵抗力は以下の式で表される．

$$F = Cv^{0.1} \quad (1)$$

ここに，Fは抵抗力[kN]，C（=321.5）は減衰定数，vは速度[m/s]である．

(2) 実験方法・計測項目

本実験の試験ケースを**表-1** 左側に示す．入力波形は開始および終了時のテーパー波 1 サイクルと，それらの間の正弦波 2 サイクルで構成される．実験時にはダンパーの軸方向変位および取付ブラケットの水平変位を測定した．また，ダンパーと取付ブラケットの接合部における隙間を測定するために，これらを接続する二山クレビスとダンパー末端との相対変位を計測した．衝撃の有無については，二山クレビス上部および取付ブラケットでの加速度応答から評価する．さらに，取付ブラケット内部の軸方向鉄筋およびブラケット表面基部においてコンクリートひずみを計測した．



(a) 断面図　　(b) 側面図（載荷面）

図-1 取付ブラケットの配筋図（単位：mm）

表-1 試験ケース・結果

試験ケース			実験結果			
ケース	振動数 [Hz]	入力振幅 [mm]	ダンパーの最大変形量 [mm]	計算速度 [mm/s]	最大抵抗力 [kN]	最大抵抗力（設計値） [kN]
1	0.1	50	47.2	38.5	233.4	227.4
2	0.25	50	46.7	77.6	256.2	249.3
3	0.5	50	48.8	151.2	275.2	267.2
4	0.5	75	73.2	226.7	292.5	278.2
5	0.5	100	99.0	302.9	307.2	286.3
6	1.0	25	25.5	179.1	283.4	267.2
7	1.0	50	50.7	317.0	305.7	286.3

3. 実験結果

(1) 制震ダンパーシステム各部の挙動

表-1 右側に実験結果を示す．最大変形量は制震ダンパー本体の最大変形を表し，計算速度は最大抵抗力発揮時の変位を微分して算出した．また，設計値は式(1)から算出している．ダンパーの抵抗力は全ての載荷パターンで概ね設計値通りとなった．なお，これ以降は振動数 0.5 Hz，振幅 75 mm のケースについて述べる．**図-2** の荷重ー変位関係では，荷重の正負が切り替わる領域においてシステム全体の変位のほうがダンパー単体の変位と比

Fumiya SUGIMOTO, Tomoya UEDA, Keita UEMURA, Go TANAKA, Go YAMAMOTO and Yoshikazu TAKAHASHI
sugimoto.fumiya.85z@st.kyoto-u.ac.jp

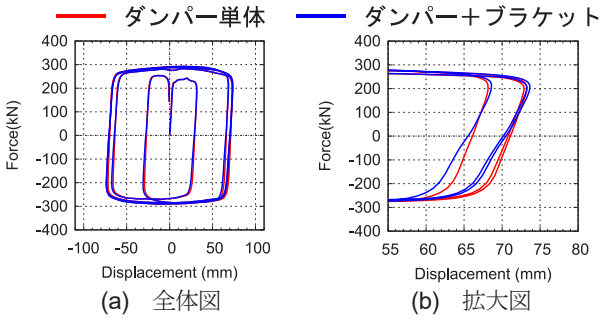


図-2 制震ダンパーの荷重－変位関係

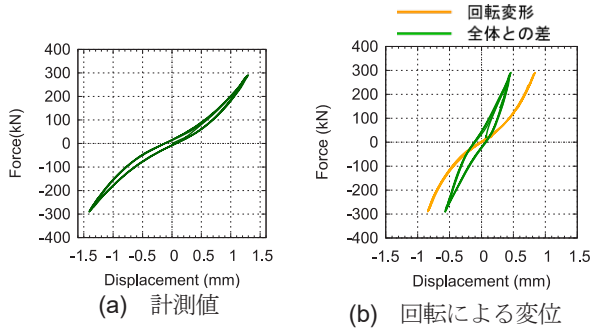


図-3 取付ブラケットの荷重－変位関係

較してわずかに大きな傾きを示した．また，この領域ではダンパー本体の変形速度が小さくとも周辺部材が変形するため，システム全体の変形速度の方がダンパー単体の変形速度よりも大きいという特徴がみられた．

取付ブラケットの荷重－変位関係（**図-3(a)**）より，取付ブラケットは概ね弾性挙動を示すことがわかる．最大荷重が初降伏荷重（396.4 kN）に達していないにもかかわらず最大変位が降伏変位（0.46mm）を超えているのは，計測水平変位に基部を中心とした回転変形による変位が含まれるためである（**図-3(b)**）．また，加振中には軸方向鉄筋にひずみが生じており，ひずみは基部に近いほど大きくなった．以上より，載荷時には回転変形と曲げ変形が同時に起きていると考えられる．

また，クレビスの相対変位には一定の間隔で急激な変化が生じており，この際の変化量はケースによらずほぼ一定となっていることから，クレビス部分には可動用の隙間が存在するといえる．可動隙間での移動は荷重の正負が切り替わるタイミングで生じている（**図-4**）．

(2) 加速度応答

図-4 より，クレビスの相対変位が急激に変化するのとほぼ同時刻に，クレビスにおいて加速度が瞬間的に増大することが確認された．このことから，変位方向が切り替わる際，隙間部において衝突が生じ，加速度応答が生じていると考えられる．また，同時刻では取付ブラケットでも加速度の増大がみられた．一方，ひずみの時刻歴および荷重の時刻歴には加速度時刻歴にみられるような瞬間的な変化が確認されなかったため，変形挙動における衝撃作用の影響はダンパーの抵抗力による影響と比較してわずかであると考えられる．

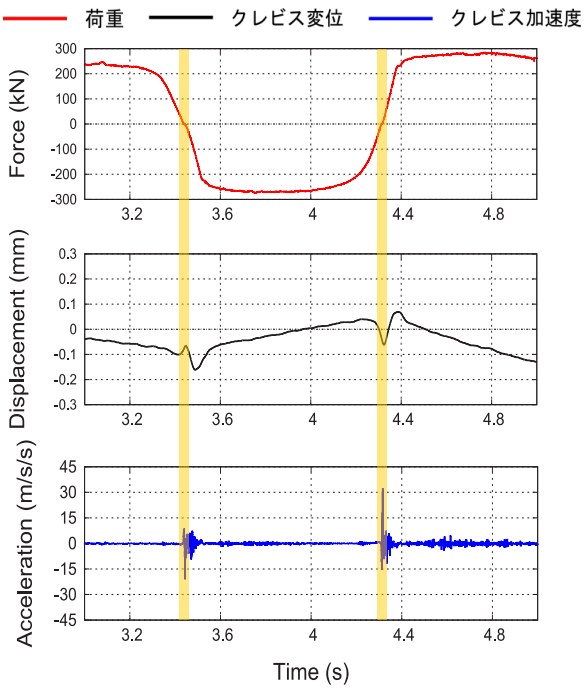


図-4 荷重・クレビス変位・クレビス加速度の時刻歴（1 サイクル）

4. まとめ

RC 製取付ブラケットを有するダンパーシステムに対する動的加振実験により，取付ブラケットが曲げ変形と回転変形の両方を生じることが示された．また，クレビスの隙間では加振中に衝突が発生しており，それと同時に取付ブラケットに加速度応答が生じることも明らかになった．

謝辞：本研究の一部は国土交通省の道路政策の質の向上に資する技術研究開発「制震ダンパーを有する橋梁における三次元ダンパー部材抵抗と橋全体系応答性状の把握」，科学研究費補助金基盤研究(B)25K01316 ならびに(B)26K01034 の助成を受けて実施した．謝意を表します．

参考文献

1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 上下部接続部編，pp.137-138，2025.