

制振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

研究代表者 高橋良和 (京都大学)

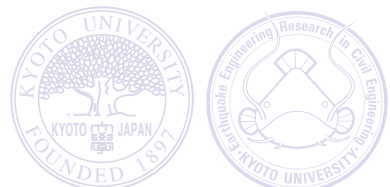
1. 研究の目的と達成に向けた目標

実大・実速度による制振ダンパーの一方向・三方向加力実験と、制振ダンパーを有する上部構造モデルの振動実験を実施して、質の高い抵抗・応答データを取得し、橋全体系の耐震設計法の高度化に直接資することができる抵抗・応答評価法を開発する。本研究では、日本最大動的加力試験機E-アイソレーションと世界最大震動台E-ディフェンスを用いた実験による質の高いフィジカル空間データの取得を核として、本研究の目的を達成するため、以下を目標として実施する。

- ①制振ダンパーの取付部を含む抵抗性能の把握
- ②制振ダンパーを有する上部構造の三次元応答性状の把握
- ③制振ダンパーを有する橋の耐震設計に向けた抵抗性能・作用効果の評価

2. これまでの研究経過・目標の達成状況

研究2年目は、設定した目標より、②制振ダンパーを有する上部構造の三次元応答性能の把握 a E-ディフェンスによる上部構造モデルの一方向加振実験に向けた検討」を中心とし、「①制振ダンパー単体の設計で意図する一方向抵抗性能データの取得、③制振ダンパーを有する橋の耐震設計に向けた抵抗性能・作用効果の評価」を実施することを計画した。特に研究目標②では、「桁端部に設置される橋梁ダンパーシステムを再現した上部構造部分モデルを用いた加振実験」と「下部構造で支持された橋全体系モデルを用いた震動台実験に向けた試験体の詳細設計」を実施している。

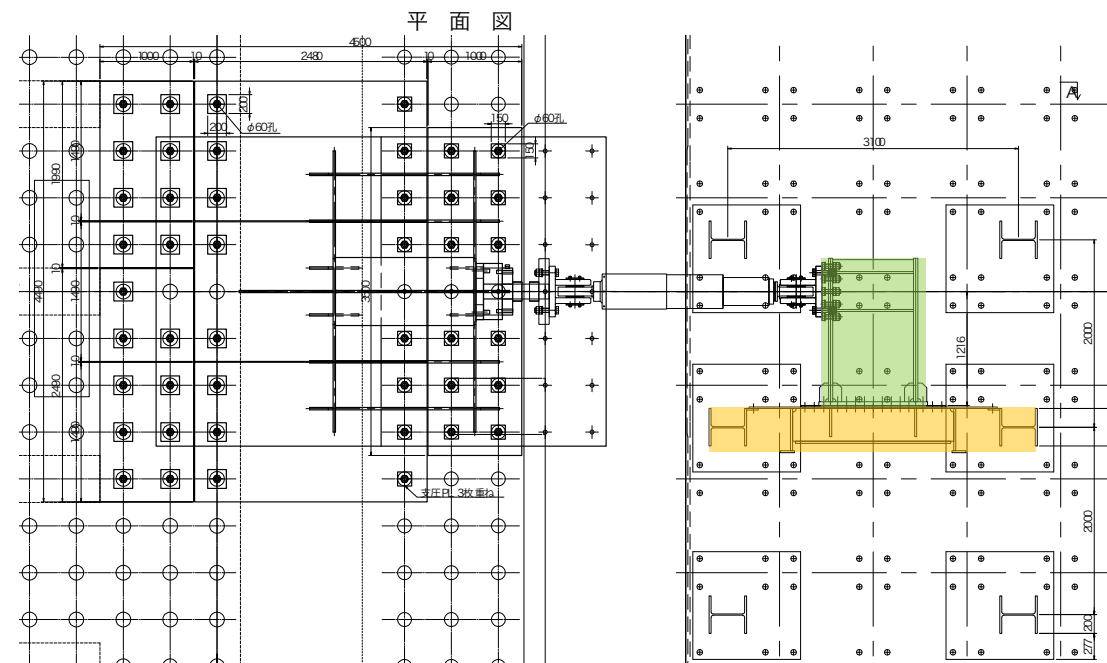
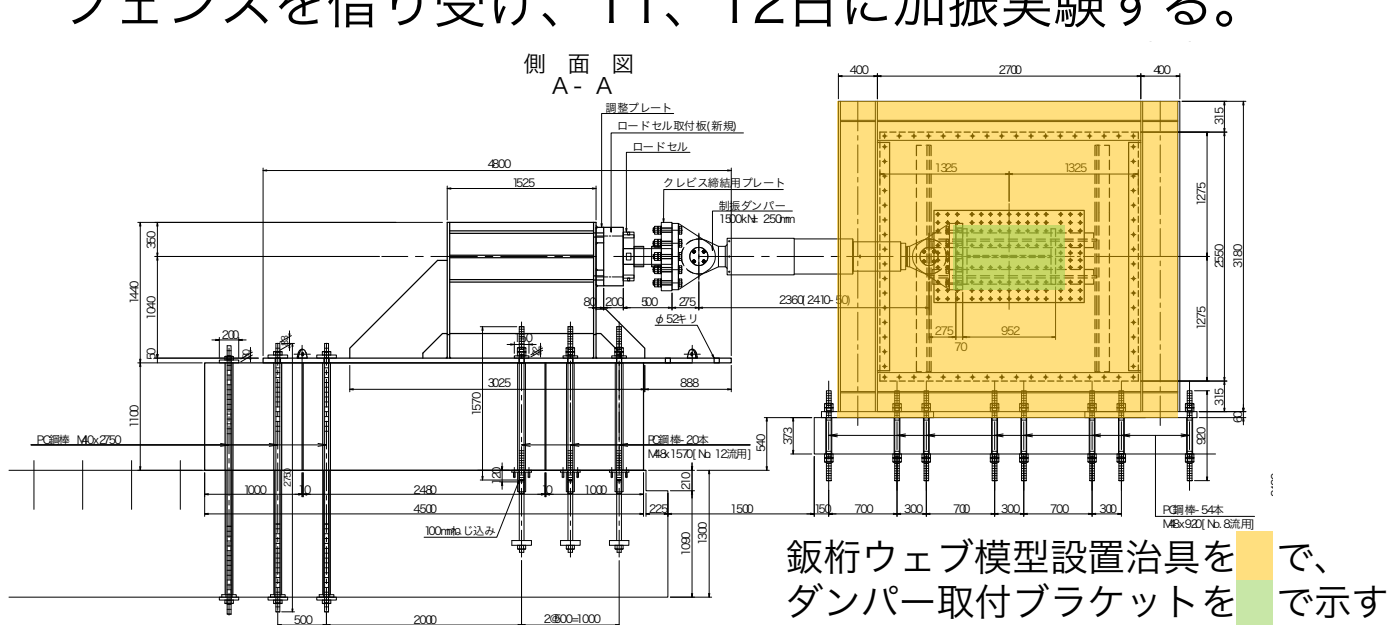


2.これまでの研究経過、目標の達成状況

● 桁端部に設置される橋梁ダンパーシステムを再現した上部構造部分模型を用いた加振実験

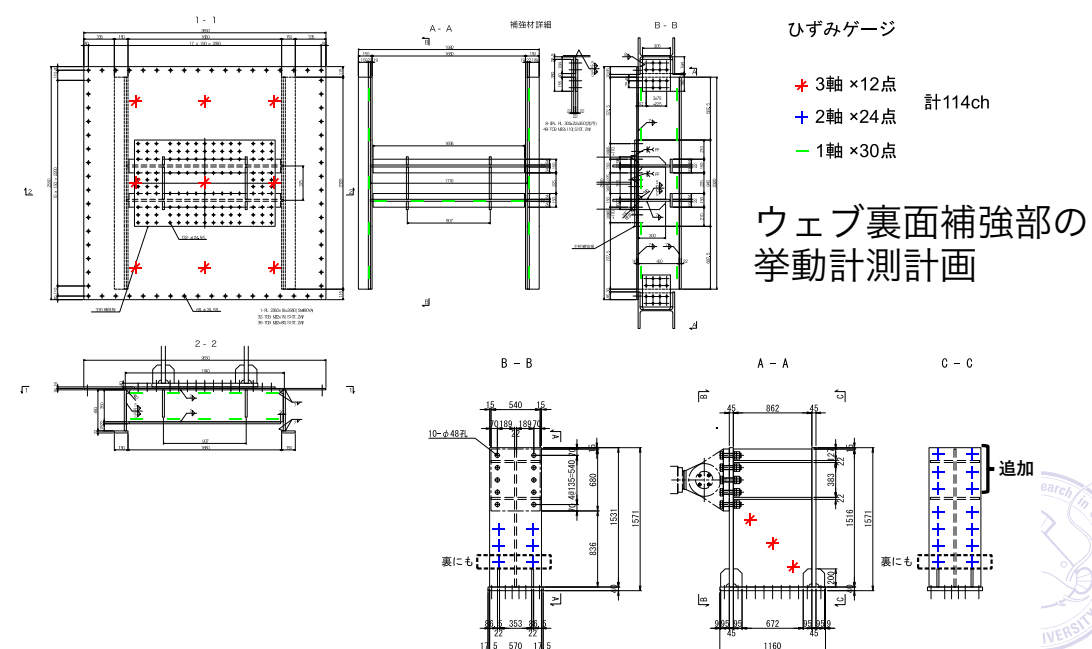
橋梁用粘性ダンパー・鈹桁ウェブ模型・ダンパー取付ブラケット・鈹桁ウェブ模型設置治具・ダンパー基部設置治具より構成される試験体を設計・製作し、鈹桁ウェブ模型設置治具は震動台上に、ダンパー基部設置治具は反力床上に設置する。

平面寸法約3.5×3.2 mの橋鈹桁ウェブ部に対し、片面に橋梁用1500kN粘性型制振ダンパーをダンパー取付ブラケットを介して設置し、その裏面を落橋防止構造としての桁補強を施している。本年度実験のため、防災科学技術研究所と実験実施に関する共同研究契約を締結し、2025年12月1～19日の間、E-ディフェンスを借り受け、11、12日に加振実験する。



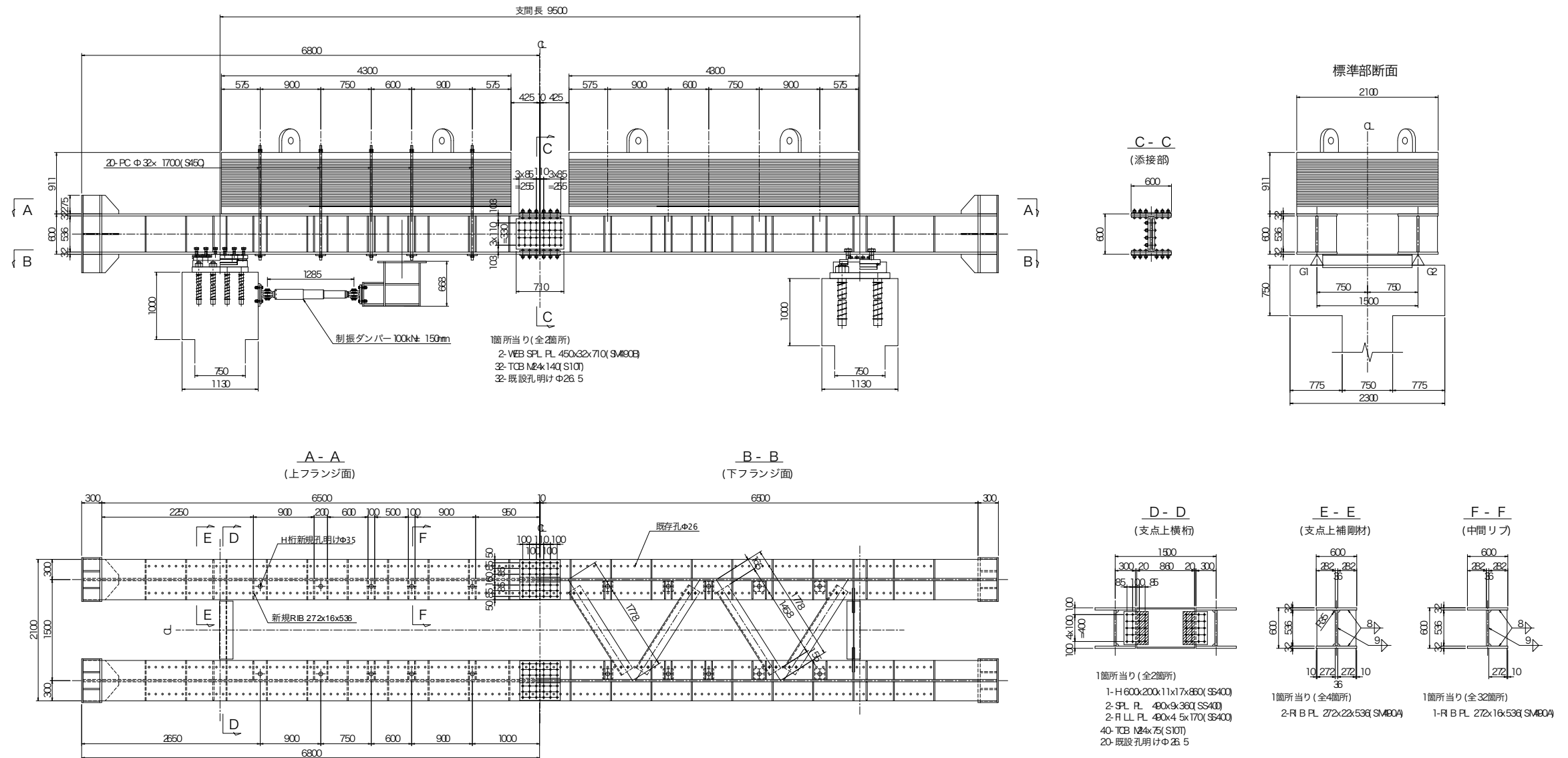
加振計画

日付	開始時刻	No.	入力波	時間 sec	振幅 mm	速度 mm/s	計測周波数 Hz	
12月11日	9:00		モニタリング					
	11:00	1	ランプ波による三角波	500	0→10	0.02	10	
	11:15	2	ランプ波による三角波	250	10→0	0.04	10	
		No.	入力波	振動数 Hz	振幅 ±mm	速度 mm/s	繰返し Cycle	
	11:30	3	正弦波	0.01	10	0.628	1	20
	11:40	4	正弦波	0.01	10	0.628	3	20
	13:30	5	正弦波	0.05	50	15.708	3	20
	13:45	6	正弦波	0.1	50	31.416	3	100
	14:00	7	正弦波	0.1	200	125.664	3	100
14:30	8	正弦波	0.25	150	235.619	3	200	
15:00	9	正弦波	0.4	200	502.655	3	500	
12月12日	9:00		モニタリング					
	11:00	10	正弦波	0.1	200	125.664	3	100
	11:30	11	正弦波	0.65	100	408.407	3	500
	13:30	12	正弦波	0.75	50	235.619	3	500
	14:00	13	正弦波	0.8	200	1005.310	3	500

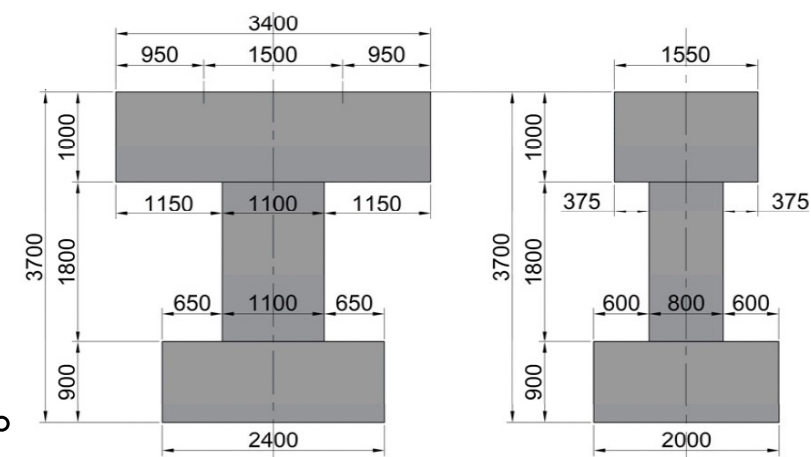


下部構造で支持された橋全体系模型を用いた震動台実験に向けた試験体の詳細設計

上部構造として、スパン9.5m、上部構造重量130tonfの上部構造に100kN制振ダンパー2基を設置する試験体を設計した。ここで桁模型は京都大学所有の大型反力フレームを分解、加工して組み立てる。重錘はE-ディフェンス保管のものを再利用するなど、既存部材を積極的に活用して設計した。

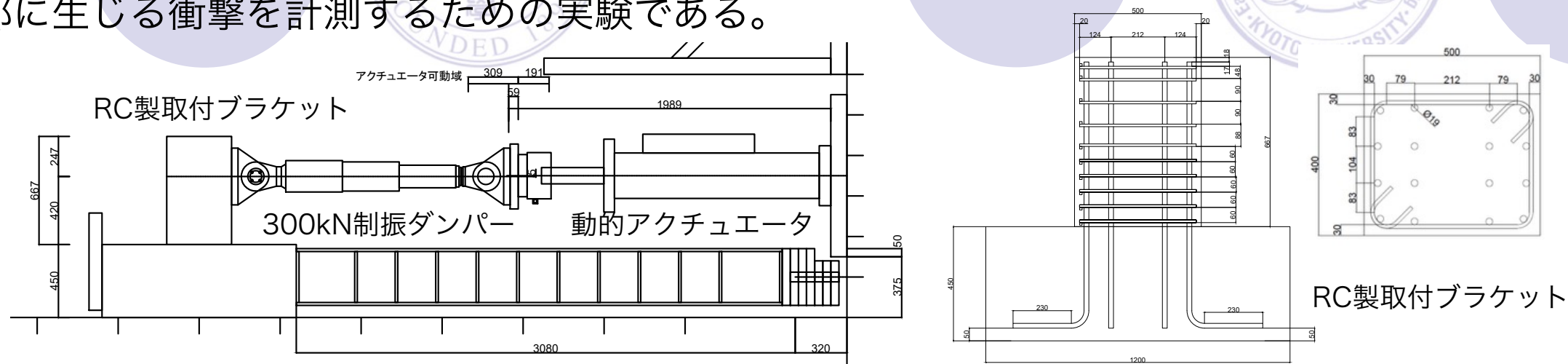


下部構造として、土木研究所と協力し、設計した上部構造を2基のRC橋脚で支持するための設計を進めている。実験目的として、単に橋システム模型の応答データを取得するだけでなく、10月に発刊された道路橋示方書における減衰付加装置を用いた橋の応答を再現するための実験として位置づけることが有効と考え、既存橋梁を耐震補強する状況を設定し、制振ダンパーなしでは橋は限界状態2を超えるが限界状態3を満足する状態であり、制振ダンパーを設置することで限界状態2を満足するよう、RC橋脚を設計している。



● 制振ダンパー単体の設計で意図する一方向抵抗性能データの取得

橋梁用300kN粘性型制振ダンパーをRC取付ブラケットに取付けた動的載荷実験を京都大学において1月に実施予定である。取付ブラケット試験体は、2016年熊本地震により取付部が被災した南阿蘇橋の設計図面を参考に、曲げ耐力/せん断耐力比が実橋と同一になるよう設計した。取付部に遊間があることを模擬し、取付部に生じる衝撃を計測するための実験である。



● 制振ダンパーを有する橋の耐震設計に向けた抵抗性能・作用効果の評価

減衰特性に強い方向性を有する制振ダンパーを設置した橋を等価な1自由度系の振動モデルとして扱うための方法論を検討するため、まずは制振ダンパーを有しない曲線橋を等価一自由度モデルに変換する検討に着手している。

3. 研究の見通し

- 1年目
 - ①制振ダンパー単体の設計で意図する一方向抵抗性能データの取得
 - ①取付部を有する制振ダンパーの加振実験に基づく一方向抵抗性能データの取得 (当初2年目)
 - ②制振ダンパーを有する上部構造模型設計
- 2年目
 - ①制振ダンパー単体の設計で意図する一方向抵抗性能データの取得 (他形式ダンパー)
 - ①取付部を有する制振ダンパーの加振実験に基づく一方向抵抗性能データの取得
 - ②取付部を有する制振ダンパーの三次元加振実験に基づく制振ダンパーの挙動 (当初3年目)
 - ③制振ダンパーの抵抗性能に関する評価法
- 3年目
 - ②上部構造模型の一方向加振実験に基づく橋全体系の三次元応答データの取得
 - ③制振ダンパーを有する橋全体系の動的解析の検証と妥当性確認