

道路政策の質の向上に資する技術研究開発

【研究状況報告書（１年目の研究対象）】

① 研究代表者		氏 名（ふりがな）		所 属		役 職	
		高橋良和（たかはしよしかず）		京都大学		教授	
② 研究 テーマ	名称	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					
	道路行政 技術開発 ニーズ	No.			政策 テーマ		
		項目名					
③ 研究経費（単位：万円） ※R6 は受託額、R7 以降は計画額を記入。端数切捨。		令和 6 年度		令和 7 年度		令和 8 年度	
		4,491		4,996		4,992	
④ 研究者氏名		（研究代表者以外の共同研究者の氏名、所属・役職を記入。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）					
		氏 名		所属・役職			
		秋山充良		早稲田大学・教授			
		長山智則		東京大学・教授			
		藤倉修一		宇都宮大学・教授			
		松崎裕		東京科学大学・准教授			
		植村佳大		京都大学・助教			
		福井弘久		防災科学技術研究所・契約研究員			
⑤ 研究の目的		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模型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、目的達成のため、日本最大動的加力試験機E-アイソレーション、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、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、の3つを目標として設定する。					

⑥これまでの研究経過、目標の達成状況

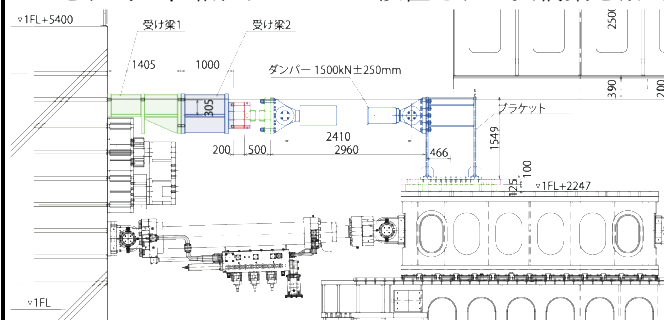
研究1年目は、設定した目標より、「①制振ダンパー単体の設計で意図する一方向抵抗性能データの取得、②制振ダンパー等を有する上部構造の試験体の設計を実施する」ことを計画した。

まず大型実験実施を確実にするため、関係機関との調整を実施した。E-アイソレーションの運用主体である免震研究推進機構と利用可能日を調整し、本年度は2025年3月6～14日の間に実験予定である。E-ディフェンス実験については防災科研兵庫耐震工学研究センターと調整し、次年度以降の実験協力（共同研究）体制を構築した。また効率的に制振ダンパー研究を実施するため、土木研究所と共同研究に向けた協議中。

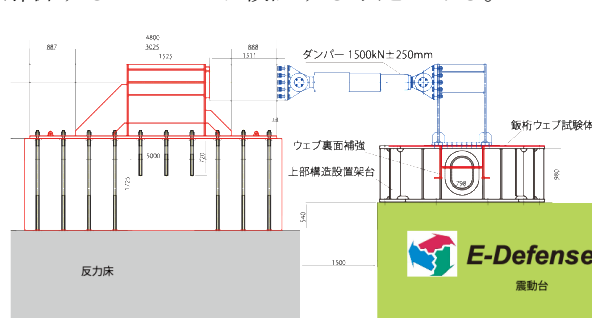
橋梁用制振ダンパーの現状・地震被害を調査した。2011年東北地方太平洋沖地震および2016年熊本地震の強震域に存在する制振橋梁と、国総研が強震モニタリングシステムを設置している橋梁、また近畿地方整備局の協力により8事務所より提供いただいた制振ダンパー採用橋梁15事例を調査し、本研究の大容量実大ダンパーとして1500kN粘性減衰ダンパーを選定した。また、地震被害はダンパー本体ではなく取付部で発生しており、その取付部の設計は落橋防止システムを準拠（許容応力度設計で剛性・変形の確認なし）していることから、ダンパー取付部を含む実大動実験の重要性がより高まった。

そこで本年度目標①を2年目に実施予定であった「取付部を有する制振ダンパーの設計で意図する方向への加振実験に基づく抵抗性能データの取得」へと目標を上げ、本年度に取付部を含むダンパー試験体をE-アイソレーションで実施することとし、試験体設計を完了した。当初また、本年度目標②の1つとして、鋼鈑桁ウェブ部にダンパーを取り付ける耐震補強を模擬した上部構造試験体を選定し、E-ディフェンスで実施するための試験体設計を完了した。

12月時点で試験体製作準備を進めており、2月末納品、3月にE-アイソレーション実験を実施するとともに、研究目標②に関し、設計で意図する方向、意図しない方向に地震動が作用した場合の抵抗性能を把握することを目的に、粘性ダンパーが設置された実橋梁を動的解析することにより検証する予定である。



E-アイソレーション実験（1年目）



E-ディフェンス実験計画（2年目）

⑦特記事項

橋梁用制振ダンパーを用いた耐震補強に関する調査を通じ、ダンパー取付部設計に対する課題が顕在化した。全方向に抵抗する免震支承と異なり、制振ダンパーは一方向のみに機能するものがほとんどであり、また被害も取付部に集中していることから、その改良は必須である。設計図書の調査により、橋梁用制振ダンパーの取付部設計の詳細・計算は、ほぼ全てが日本橋梁建設協会「落橋防止システム設計の手引き」（以降、「手引き」）を参照されていたが、そもそも落橋防止システムはフェールセーフとして機能し、その取付部はその想定荷重に弾性的に抵抗することのみが照査されている。一方、制振ダンパーは変形（速度）に依存する減衰材であり、また続発する地震にも機能する必要があるため、その取付部の設計は剛性や変形を照査することが望ましい。また、鈑桁ウェブ部に制振ダンパーが設置される場合、ウェブ片側のみに設置されることが多い（ウェブ裏面を要補強）。このウェブ裏面補強の詳細・計算も「手引き」に計算例が参照されているが、「手引き」では落橋防止システム（ケーブル）はウェブ両側に設置されることを基本とし、「やむを得ず」片側のみに設置する計算例が示されており、ダンパーでも準用されていた（現行の2019年「手引き」（改訂第3版）では、裏面補強の計算例が除外されている）。耐震設計で想定する制振ダンパー減衰機能の確実な発現を保証するための取付部設計を改良することは、学内外へのインパクトは大きい。また、減衰力1500kN規模の橋梁用制振ダンパーを有する取付部の動的載荷実験は今まで事例がなく、さらに、取り付けられる橋梁上部構造をも模擬した動実験を実施することは、極めてインパクトが大きい検討となる。

研究の進捗については、2年目に実施予定であった一部目標を前倒しして1年目に実施しようとしていること、また次年度以降の実験を含めて大型実験施設との研究協力体制を構築できたことにより、研究期間内に目指す目標を効率的かつ計画通り進めていると自己評価する。

