# 並列ハイブリッド実験による制振ブレースを挿入した鋼製ラーメン橋脚の 配置形式および入力地震動の違いが制震効果に及ぼす影響の検証

名城大学	学生会員	○佐藤	大介
名城大学	正会員	渡辺	孝一
元名城大学		篠田	将旭

# 1. はじめに

著者らによる既往の研究<sup>1)</sup>にて,軸降伏型ダンパー(以下,BRB<sup>2)</sup>と略称)を片流れに配置した門型鋼製ラーメ ン橋脚の地震応答をハイブリッド実験を行うことにより報告している. その中で,橋脚に対する BRB の設置方法が 非対称でバランスが悪いことや BRB が長尺となり拘束部材が大型化するなど、さらなる改善・検討が必要である. そこで、本研究では、図-1に示すようにラーメン橋脚に対して2基のBRBを逆V字型に配置することで設置バラ ンスに配慮した構造を想定し、ハイブリッド実験により BRB の配置形式および入力地震動の違いによる比較検証を 行った.

### 2. 実験概要

### 2.1 ハイブリッド実験の概要

図-1 上部のようなラーメン橋脚に BRB を設置することを想定した解析モデルを作 成し、図-1下部に示す実験フレームを用い てハイブリッド実験を実施した. ラーメン 橋脚の水平変位や残留変位の応答値は, BRB の軸力データをハイブリッド実験か ら取得し,解析 PC 側で逐次応答計算を行 うことで得た.実験の載荷に用いる装置は 名城大学内に設置されている2基の大型構 造実験フレームとそれらに固定されている 静的油圧アクチュエータ(載荷能力 ±1000kN, ストローク±250mm, 分解精度 0.01mm) であり、それぞれ同等の性能を有している.

#### 2.2 実験に使用した BRB

ハイブリッド実験に用いる供試体は、BRB を簡易なトラス要 素として,モデル化した橋脚の動的応答解析により諸元を決定し, 実橋脚の 1/5 相当で設計した. 設計した BRB の諸元を図-2 に示 す.実験で使用した BRB と拘束部材に使用した鋼種は SS400 で あり,材料試験で得た材料定数を解析モデルに適用した.

#### 2.3 入力地震動

図-1 ハイブリッド実験の概要 1450板厚 10 100LG 200

(b)構造実験フレーム2号機

図-2 実験に使用した BRB

実験は2台のBRBを構造実験フレーム1号機と2号機にそれ

ぞれ設置し、レベル2タイプ1、タイプ2の地震動を入力して行った.使用した水平地震動は、1995年の兵庫県南 部地震で観測された JR 鷹取駅の地震波(以下, JRT と略称)および, 2011 年の東北地方太平洋沖地震で観測され た仙台河川国道事務所構内の地震波(以下, sendai と略称)の E-W 成分<sup>3)</sup>である.

キーワード ハイブリッド実験,制震ブレース,ラーメン橋脚, 〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学 TEL 052-832-1151 連絡先 連絡先

-113-



(a)構造実験フレーム1号機

BRB

# 3. 実験結果

図-3 にハイブリッド実験の橋脚の応答を示す. 図-3 はそれぞれの配置形式における橋脚の水平 荷重-変位関係(a)(b),時刻応答履歴(c)(d)である. 各グラフは, BRB を配置したラーメン橋脚の水平 変位,水平荷重をそれぞれ降伏変位水平荷重で 無次元化している.

地震動について見ると、JRTの応答値と比べ sendaiの応答値は全体的にやや小さく橋脚への 顕著な損傷は見られない.また, sendai は長時間 地震動であるが,継続時間の長い地震動故の応 答値のドリフト現象などは見られなかった.

次に図-4はハイブリッド実験結果からBRBのみ の応答を抽出したものである.応答値は生じた軸 カと変位をそれぞれ降伏軸力,降伏変位で無次 元化している.また,各BRBの最大軸ひずみと 累積塑性変形(CID)<sup>2)</sup>の計算結果を表-1に示す. 逆V字の2基のBRBは,橋脚の変形に対して, 圧縮・引張が逆の変形になるが,概ね同じ変形 挙動となるため,図中には1号機で使用した BRBの応答のみを示す.入力地震波によらず, 片流れの応答変位は逆V字より大きくなった.表 -1の最大軸ひずみの値を比較すると,JRTで2倍, sendaiで1.5倍程度となった.CIDに着目すると, 長時間地震動のため,繰り返し回数が多くなり CIDの値はJRT入力時と比べ約2倍となった.

#### 4. まとめ

BRB の配置形式の違いによるラーメン橋脚 の応答に大きな違いは見られなかった.これは 表-2 に示すように,BRB を設置した後のラー メン橋脚の水平剛性がほぼ同一で固有周期の 差も小さいことが要因であると考えられる. BRB の応答は,BRB の配置角度から片流れ配 置の方が大きくなる.よって逆 V 字の方が BRB の 伸縮量は小さくなるため,より安全な設計であると いえる.

## 参考文献

1) 渡辺孝一, 吉野廣一, 篠田将旭, 山口亮太:

彼辺孝一, 音野廣一, 篠田特旭, 田口先太: サブストラクチャ応答実験による高機能座屈拘束ブレースの地震時応答解析, 構造工学論文集 A, Vol.58A, pp.459-470, 2012.3

2) 宇佐美勉, 佐藤崇, 葛西昭: 高機能座屈拘束ブレースの開発研究, 構造工学論文集 A, Vol.55A, pp.719-729, 2009

3) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説V耐震設計編, pp.110-117,2012.3



表-1 BRB の地震応答

		BRBの最	CID	
BRB配置形式	実験種	限界值	応答値	CID
		ε <sub>u</sub>	ε <sub>max</sub>	応答値
逆V字配置	JRT		0.00651	0.097
	sendai	0.02	0.00498	0.165
片流れ配置	JRT	0.03	0.01308	0.185
	sendai		0.00760	0.284

表-2	ラー	メ	ン橋脚のア	<b>k</b> 平剛性	L	固有周期
13-4	/	/ `		IN I 1991 I.	<u> </u>	

配置形式		非制震	BRB配置形式		
			逆V字配置	片流れ配置	
弹性水平剛性	K <sub>T</sub>	(kN/m)	88,269	340,820	328,830
固有周期	Т	(sec)	0.968	0.479	0.496
固有円振動数	ω	(rad/s)	6.5	13.1	12.7
質量	m	(ton)	2042		