

ボルト止め補剛材を用いたせん断パネルの交番载荷試験

名古屋高速道路公社 正会員○前野 裕文，正会員 杉浦 裕幸
J F E 技研(株) 正会員 長山 秀昭，市川 和臣，正会員 岡本 隆

1．はじめに

名古屋高速道路公社では，現在，鋼製門型ラーメン橋脚の耐震補強工事を計画・実施している．補強方針としては，橋脚の柱基部が塑性化する前に梁がせん断降伏する「梁部先行型破壊」が生じるとされたものに対しては，それが起こらないような補強を行なうこととしている．この補強の内，梁のウェブのせん断補強に関しては，荷重を受けている既設橋脚での溶接施工上の問題や、溶接品質の問題さらには閉鎖空間内での作業性から，補剛材をできるだけ少ないボルトで接合することを基本とした．筆者らは，既に，梁部材を対象としたせん断耐荷力について，箱型断面のはりの実験を実施しているが¹⁾，ここでは，ラーメン橋脚梁のウェブパネルに着目して，ボルト止め補剛材の補強効果を実験的に比較検討した．本稿では，その実験結果の一部を報告する．

2．実験概要

梁のウェブパネルについて既設橋脚の調査結果を図1に示す．ウェブパネルのアスペクト比 α は，0.5～1.0 程度の範囲にあり，せん断座屈パラメータ R_{TW} は，概ね2.0以下となっている．図中，□○は，実験を実施した試験体のパラメータを示しているが，ここでは，代表的な $\alpha=0.75$ ， $R_{TW}=1.58$ の実験内容について述べる．試験体の諸元を表1に，補剛材の配置状況を図2に示す．

縮尺率は約1/2.3とし，パネル寸法は1.0m×0.75m，板厚6mm（実物14mm），補剛材はボルト止めの施工性と剛性の関係からコ，L形状の2種類とした．ボルトは，M10（実物M22）とし，ボルトピッチは，補剛材をパネル片面のみに設置するため，補剛材を越えて発生する座屈モードを抑制するため，補剛材間隔の1/2とした．補剛材の剛比 γ （補剛材とパネルの曲げ剛性比）は，宇佐美らの提案²⁾する最適剛比 γ_s^* を基準とし，1.4倍，0.7倍の2種類を設定した．補剛後のせん断座屈パラメータ R_{TW} は，無補剛の1/2程度以下とし，斜め補剛（4分割）方式は，実用式が提案されていないため，座屈係数を数値計算により算出してせん断座屈パラメータの値を求めた．

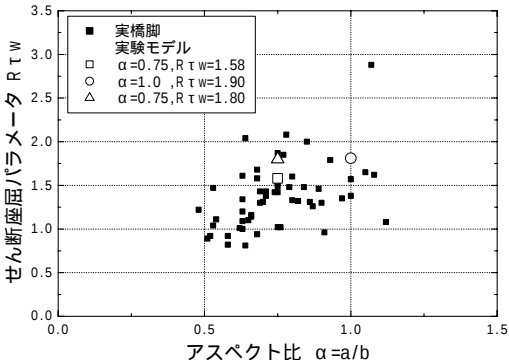


図1 梁ウェブパネルの現状調査

表1 試験ケース

タイプ	A-0	A-H-1	A-H-1/2	A-D-1
概要	無補剛(現状)	水平補剛方式	A-H-1の補剛材剛性を1/2	斜め補剛方式
補剛材形状	-	C-80×65×6	L-50×65×6	C-80×65×6
ボルト径・ピッチ	-	M10×125mm		
補剛材の剛比 γ ($=E_w/bD$)	-	55.54	27.77	55.54
せん断座屈パラメータ R_{TW}	1.58	0.60	0.60	0.81

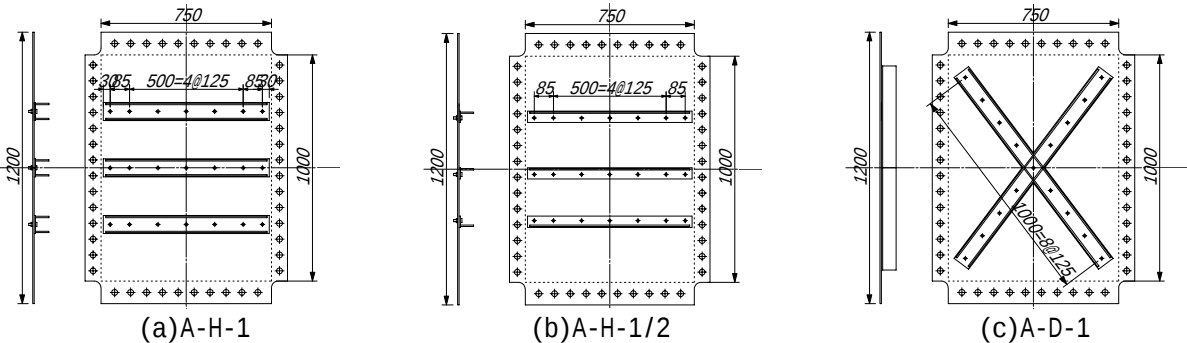


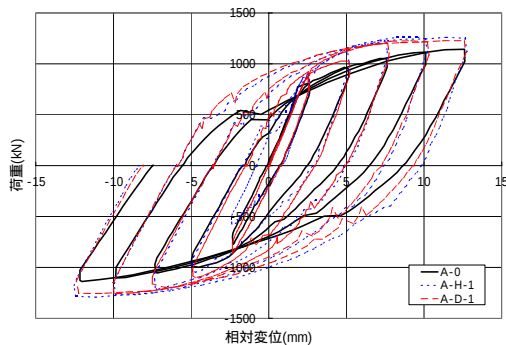
図2 試験体

キーワード 鋼製ラ - メン橋脚，せん断座屈，斜め補剛材，水平補剛材

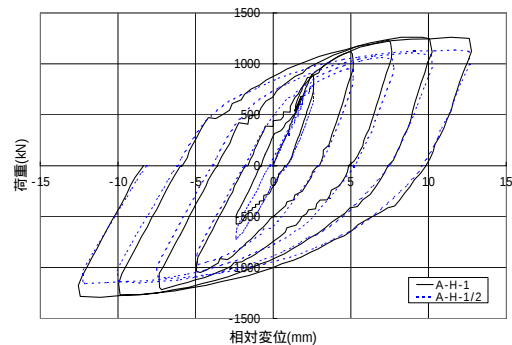
連絡先 〒462-0844 名古屋市北区清水四丁目17番30号 名古屋高速道路公社 TEL 052-919-3223

3. 実験結果と考察

荷重装置は、試験体の4辺を連結板で固定し、交番せん断荷重条件を模擬できるせん断載荷装置を用いた(写真1参照)。荷重パターンは、せん断降伏変位を基準として、漸増繰返し載荷とした。なお、各サイクルの繰返し回数は1回である。図3(a)に $\pm 5\delta_y$ までの水平、斜め補剛方式の補剛効果の比較を示す。無補剛(A-0)は、 $+1\delta_y$ の載荷過程において、800kN付近で荷重-変位曲線が大きく折れ曲がった。これは、対角線上の座屈によるものである。その後、繰返し載荷により交互に対角線上の座屈が発生し、載荷変位の増加とともに座屈の面外変形は大きくなる(写真1(a))。載荷変位 $\pm 5\delta_y$ でほぼ最大荷重(約1150kN)に到達した後、隅角部などに亀裂が生じて耐荷力が低下し始める。この試験体の荷重-変位曲線においては、対角線の座屈モードが反転し、逆の斜張力場が形成されるまでは耐力の上昇が見られないことに特徴がある。水平補剛(A-H-1)は、 $+1\delta_y$ の載荷過程、900kN付近で荷重-変位関係が緩やかに折れ曲がるものの、無補剛に対して耐力も大きく紡錘型の履歴を示す。これは、配置した補剛材が、対角線上の大きな座屈の抑止効果であると考えられる(写真1(b))。なお、このモデルにおいても $\pm 5\delta_y$ でほぼ最大荷重(約1300kN)に到達した後、無補剛と同様に隅角部に亀裂が生じて耐荷力が減少し始める。また、 $\pm 5\delta_y$ 以下の範囲では、補剛材剛性を1/2にしたA-H-1/2もA-H-1と同様の挙動を示し、その有効性が確認できた(図3(b))。斜め補剛(A-D-1)については、対角線上の大きな座屈を抑止する考え方が異なるが、抑止効果があり、 $\pm 5\delta_y$ 以下の範囲ではA-H-1と同様の挙動を示した(写真1(c))。

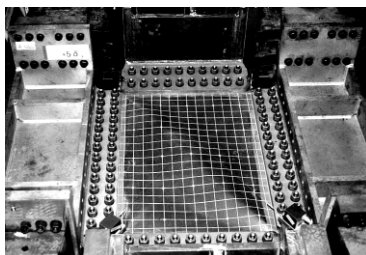


(a) 水平、斜め補剛方式の比較

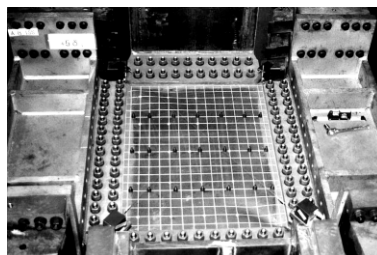


(b) 補剛材剛性の影響比較

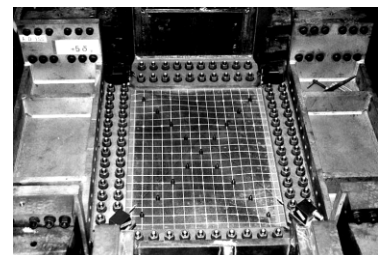
図3 荷重-変位曲線



(a) A-0



(b) A-H-1



(c) A-D-1

写真1 $+5\delta_y$ 終了時の状況

4. まとめ

無補剛の場合、対角線上に大きな座屈が発生するのに対して、水平補剛、斜め補剛ともに補剛材を横切る座屈を抑止する効果があり、荷重-変位曲線は紡錘形状を保持し、せん断変形のエネルギー吸収能が大きい。水平補剛方式の補剛材の剛性は、宇佐美らの提案する最適剛比²⁾の0.7倍でも補剛効果を期待できる。実際の梁部材では、ウェブパネルとフランジの剛性・耐力を考慮してせん断耐荷力を評価する必要がある。今後、梁全体モデルで検討を行なっていく予定である。

謝辞：本研究の実施においては名古屋大学土木工学科 宇佐美勉教授よりご指導頂きました。ここに、記して謝意を表します。

参考文献 1) 森下宣明他：鋼製箱形断面はりのせん断耐荷力実験，第4回鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計への応用に関する論文集，土木学会。2) 宇佐美勉他：せん断力を受ける補剛箱形断面鋼部材の強度と変形能に関する解析的研究，構造工学論文集 VOL. 48A(2002年3月)