

波形分割鋼板巻立て工法（耐震ラップ工法）の耐震補強効果に関する実験的研究

(株) 熊谷組 正会員 ○小林 宏光
 (株) 熊谷組 正会員 篠原 巖
 (株) 熊谷組 正会員 大越 靖広
 テクノス (株) 正会員 斎藤 孝志

1. はじめに

阪神淡路大震災以降、鉄道ラーメン高架橋の RC 柱等を対象として鋼板巻立て工法を中心とした耐震補強工事が施工されてきたが、高架下を店舗や事務所として利用している箇所や狭隘な箇所などでは従来の鋼板巻立て工法の施工が困難であり、これにかわる補強工法が求められている。筆者らは、波形に切断加工した分割鋼板を積み上げ、既設柱と鋼板の隙間にモルタルを充填する波形分割鋼板巻立て工法（耐震ラップ工法）を開発した。本工法は分割した鋼板を用いることにより人力施工を可能とし、波形およびくさび形鉛直継ぎ目のかみ合わせ結合のため現場溶接が不要な工法であり、駅舎部や狭隘な箇所での施工に優位性を発揮するものである。

本稿は、耐震ラップ工法を適用した RC 柱の正負交番載荷試験により確認された耐震補強効果および決定した本工法の仕様について報告するものである。

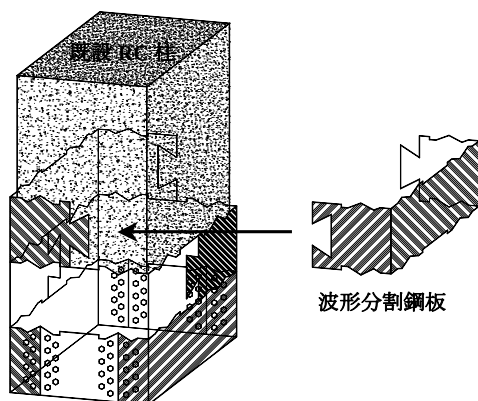


図1 耐震ラップ工法の概念図



写真1 鋼板組立状況

2. 実験概要

(1) 試験体概要

試験体の諸元を表1に示す。図2に試験体A-1の断面図を示す。試験体A-1は実物大のモデルであり、その他の試験体は2/3モデルである。いずれの柱の破壊形態も無補強の場合にはせん断破壊型である。実験パラメータは、せん断スパン比、鋼板の板厚、基部分割鋼板の高さ、および鉛直目地の構造とした。鉛直目地の構造が突合せの試験体をAシリーズ、くさび形継ぎ目接合の試験体をBシリーズとする（図3参照）。

表1 試験体諸元

試験体名称	A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2
断面 (mm)	900×900	600×600	600×600	600×600	600×600	600×600
高さ (mm)	3150	2100	2100	1500	1680	1375
せん断スパン比	3.75	3.75	3.75	2.68	3.00	2.46
モルタル厚 (mm)	50	20	20	20	20	20
波形分割鋼板	板厚 (mm)	9	6	4.5	6	6
	基部分割高さ	D/2	D/3	D/3	D/3	D/2
	鉛直目地	突合せ	突合せ	突合せ	突合せ	くさび形

注：D：試験体柱の幅

(2) 載荷方法

載荷試験は、 3.7N/mm^2 の一定軸圧縮応力を試験体に載荷しながら、最外縁の軸方向鉄筋が降伏した時点の変位を降伏変位 δ_y と定め、変位制御で $\pm 1\delta_y \cdot \pm 2\delta_y \cdot \pm 4\delta_y \cdot \pm 6\delta_y \cdot \pm 8\delta_y \cdots$ の正負交番載荷を各3サイクルずつ繰り返した。

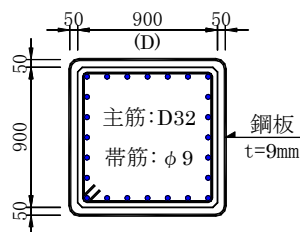


図2 試験体断面(A-1)

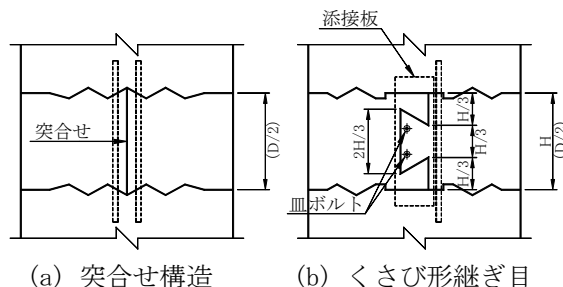


図3 鉛直目地の構造

3. 実験結果

(1) 耐震ラップ工法による補強効果

載荷試験の主要結果を表2に、主な試験体の水平荷重と水平変位関係の履歴曲線を図3に示す。正負交番載荷を行った結果、全ての試験体について最大水平荷重が補強前の設計せん断耐力を大きく上回っており、せん断破壊することなく、所要のせん断補強効果が得られたことを確認した。また、試験体A-4を除き、じん性率が8以上となり、一定のじん性補強効果が得られていることを確認した。

キーワード：波形分割鋼板巻立て工法，耐震ラップ工法，じん性補強，正負交番載荷試験

連絡先：〒162-8557 新宿区津久戸町2-1 (株)熊谷組土木事業本部土木設計部 TEL 03-3235-8622 FAX 03-3266-8525
 -959-

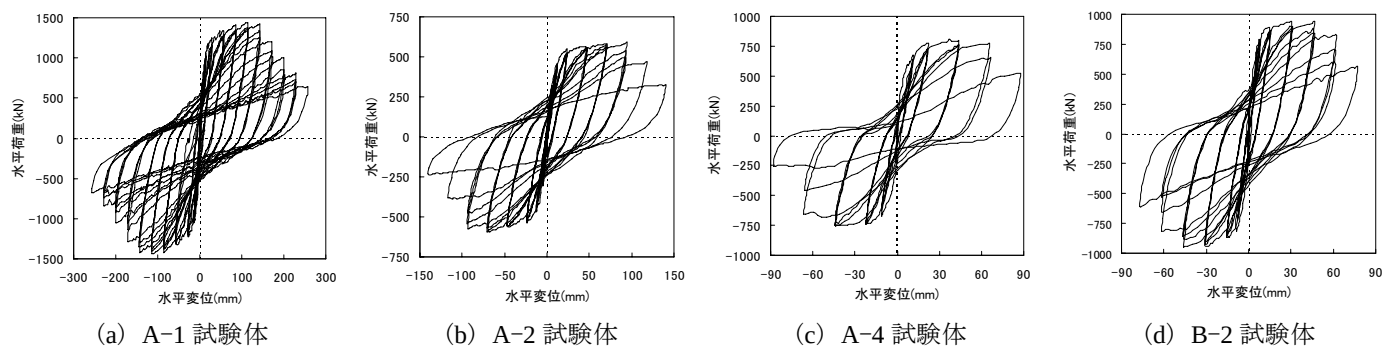


図3 荷重－変位関係の履歴曲線

(2) 基部分割鋼板の高さによる影響

ボルト接合により閉合する基部分割鋼板の高さの違いにより、図4に示すように最終の変形形状が大きく異なった。これは、塑性ヒンジ領域が基部鋼板の高さ以内に収まり、損傷領域が限定された場合（試験体 A-1）と、基部分割鋼板の高さが低いため塑性ヒンジ領域が上方に移動して2段目鋼板まで及んだ場合（試験体 A-2）の違いによるものと考えられる。

また、図5(a)の荷重－変位関係の比較からもわかるように、基部分割鋼板の高さが大きい試験体 A-1の方がじん性補強に有効であることが確認された。

(3) セン断スパン比による影響

せん断スパン比が小さい A-4 試験体は、最大耐力点を超えてから分割鋼板の目開きが他の試験体と比べて顕著となり、図3(c)に示すように耐力が急速に低下した結果、じん性率が低くなった。このため、鉛直目地をくさび形継ぎ目構造に改良した B シリーズの載荷試験を行った。また、B シリーズでは基部分割鋼板の高さを試験体 A-1 と同様に試験体幅の1/2とした。この結果、よりせん断スパン比が小さい試験体 B-2は、図5(b)に示すように試験体 A-4 と比べて変形性能が向上し、最終の変形モードも試験体 A-1 と同様となった。

表2 主要結果一覧

試験体	Y 点		M 点		N 点	じん性率 μ	補強前の試験体の計算値	
	P_y (kN)	δ_y (mm)	P_m (kN)	δ_m (mm)	δ_n (mm)		設計せん断耐力 V_{yd} (kN)	N点変位 δ_{ncal} (mm)
A-1	1057.4	14.3	1437.8	112.4	196.4	13.8	566.6	105.9
A-2	459.0	11.7	587.9	70.6	114.0	9.8	273.3	72.6
A-3	455.4	11.9	575.6	71.7	99.0	8.4	268.8	72.4
A-4	666.6	11.0	779.0	40.8	70.2	6.4	325.3	47.6
B-1	613.6	9.0	749.4	35.9	79.8	9.0	257.6	53.8
B-2	793.2	7.7	929.8	30.9	63.7	8.4	306.2	42.0

注. 試験値は全て正負平均値を示す。

補強前試験体のN点の変位 δ_{ncal} は、破壊形態が曲げ破壊型に移行した場合の値を示す。

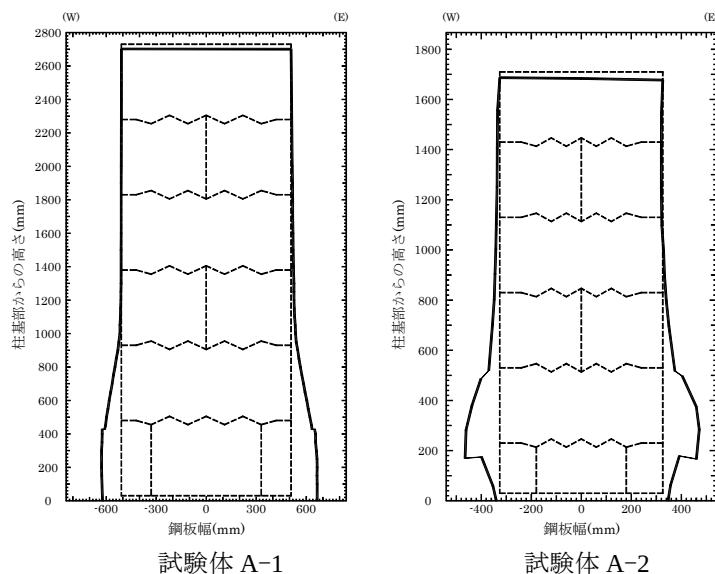
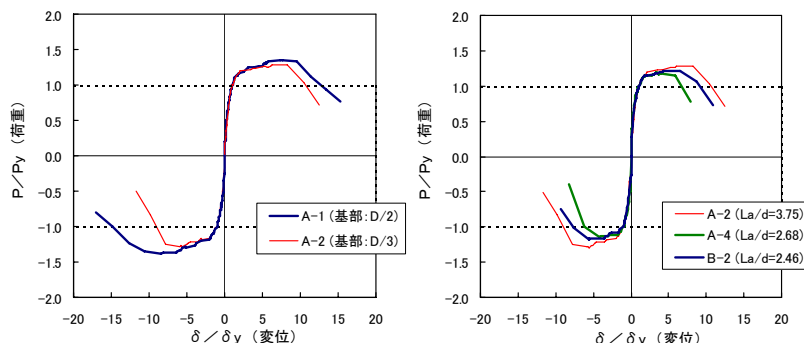


図4 鋼板の最終はらみ状況

4. まとめ

交番載荷試験により、波形分割鋼板を用いる耐震ラップ工法のせん断補強効果およびじん性補強効果を確認した。また、実験結果から、耐震ラップ工法の標準仕様として、①ボルト接合を行う基部分割鋼板の高さは既設部材の柱幅の1/2以上とし、②鉛直目地をくさび形継ぎ目構造とすることとした。

今後、波形分割鋼板に受け持たれるせん断耐力の定量的な評価、高軸力のRC柱を対象とした適用範囲の拡大を図る予定である。



(a) 基部分割鋼板の高さの影響

(b) セン断スパン比の影響

図5 荷重－変位関係の包絡線の比較