

耐震ラップ工法の適用範囲の拡張

(株)熊谷組	正会員	○大越 靖広
(株)熊谷組		服部 翼
テクノス (株)		大谷 多香
テクノス (株)	正会員	西川 寧

1. はじめに

阪神大震災以降、鉄道ラーメン高架橋柱の耐震補強は継続して行われてきたが、近年は駅部や狹隘な箇所等の施工が困難な柱の補強が多数を占めるようになり、人力施工、現場無溶接が特徴の耐震ラップ工法の需要も増している。耐震ラップ工法は、従来、鉄道ラーメン高架橋柱の補強を対象としており、地下鉄中柱のような幅広で高軸力下の柱は対象外としてきたが、最近の需要を踏まえ適用範囲の拡張を目指す事とした。また、平成 18 年に設計施工指針¹⁾を発行してから 10 余年の施工経験より、工期短縮や工費縮減を目指して構造細目の変更を行った。以上の事項の変更等を行っても耐震性能に問題ないか確認するため、地下鉄中柱の実柱を参考にした 2/3 縮小モデルの供試体を製作し、正負交番載荷試験を行ったのでその結果について報告する。

2. 載荷試験の概要

(1) 供試体概要

供試体は、せん断破壊先行型の実地下鉄中柱を参考とし、2/3 縮小モデルを製作した。供試体諸元を表-1 に示す。また、既設柱の配筋図を図-1 に、耐震ラップ鋼板の割付けについては図-3（変更後）を参照とする。

表-1 供試体諸元

供試体	供試体 寸法 (mm)	せん断 スパン (mm)	軸力 (kN)	軸方向 鉄筋	帯鉄筋	補強鋼板厚 (SS400) (mm)	補強前 耐力比 V _{mu} /V _{yd}	補強後 耐力比 V _{mu} /V _{ryd}	貫通鉄筋
No. 1	1, 300×400	1, 420	2, 500	D19 (SD345) 19本	D6 (SD295A) @85	6. 0	1. 21	0. 66	4-D16
No. 2						4. 5	1. 21	0. 70	4-D13

(2) 載荷方法

載荷試験は、 4.8N/mm^2 の軸圧縮応力が供試体基部に導入されるように調整し、初期載荷時に引張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、変位制御で降伏変位の整数倍で $\pm 1\delta_y \cdot \pm 2\delta_y \cdot \pm 3\delta_y \cdots$ の正負交番載荷を各 3 サイクルずつ繰り返した。

3. 載荷試驗結果

載荷試験結果を表-2に、荷重-変位関係の履歴を図-2に示す。No.1 供試体は耐震ラップ鋼板による補強の効果により、載荷の途中でせん断破壊することなく曲げ破壊先行型に移行した。表-2に示す様にじん性率は正負平均で9.6 となり、十分な変形性能を示した。写真-

1に示す様に柱基部に設置した貫通鉄筋の拘束効果が大きく、変形性能の向上に寄与した。No.2 供試体は $-7\delta_y$ ③の载荷中に耐震ラップ鋼板の鉛直継ぎ目が破断して耐力が低下した。構造細目の変更により、写真-2に示す上下鋼板の水平継ぎ目の形状を隅角部を有するものから波形のみに変更したため、上下鋼板が水平方向にずれが生じて鉛直継ぎ目に破断(写真-3)に至るような大きな引張力を発生させた。ただし、じん性率は正負平均で7程度あり、地下鉄の中柱を対象とした場合には十分な変形性能といえる。写真-4にNo.2 供試体の载荷後に、軸方向鉄筋を切断して柱とフーチングを分解した際の様子を示す。柱基部には塑性ヒンジが形成され、鉛直継ぎ目部の破断まではNo.1 供試体と同様の性能を示していたものと考えられ、それは図-2の荷重-変位関係からも理解できる。

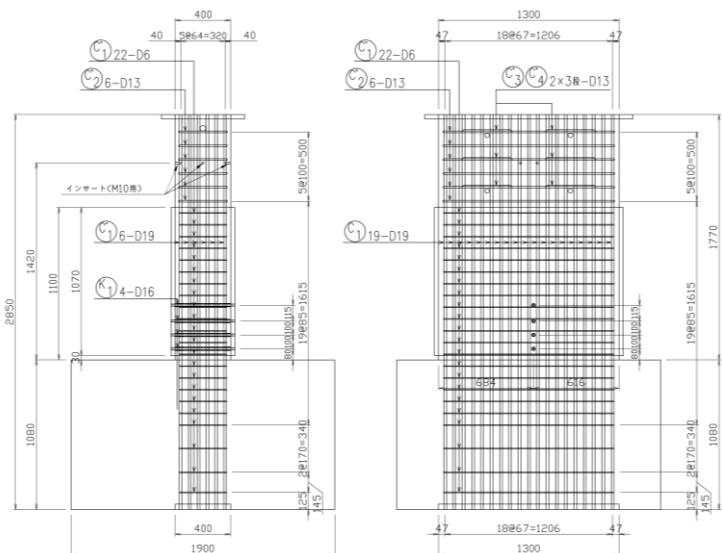


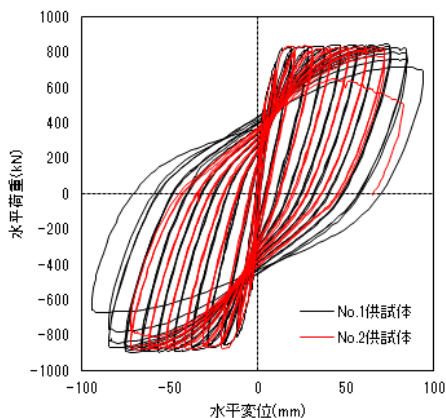
図-1 既設柱の配筋図

キーワード：耐震ラップ工法，耐震補強，鋼板巻立て，交番載荷試験

連絡先：〒300-2651 つくば市鬼ヶ窪 1043 株式会社熊谷組技術研究所防災技術研究室 TEL 029-847-7505 FAX 029-847-7480

表－２ 載荷試験結果

供試体 No.	正側						負側					
	Y点		M点		N点	じん性率 μ	Y点		M点		N点	じん性率 μ
	P_y (kN)	δ_y (mm)	P_m (kN)	δ_m (mm)			P_y (kN)	δ_y (mm)	P_m (kN)	δ_m (mm)		
No. 1 供試体	741.6	10.0	836.9	56.6	90.6	9.1	-741.4	-8.8	-887.5	-56.7	-90.3	10.3
No. 2 供試体	704.5	9.9	821.0	61.9	72.1	7.3	-754.8	-10.7	-871.7	-61.9	-72.1	6.7



図－２ 荷重－変位関係の履歴

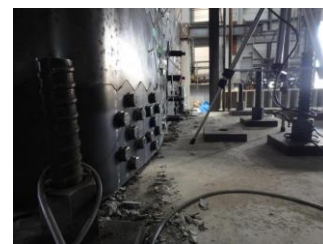


No. 1 供試体



No. 2 供試体

写真－２ 水平継ぎ目の詳細



写真－１ 基部拘束の様子



写真－３ 破断の状況

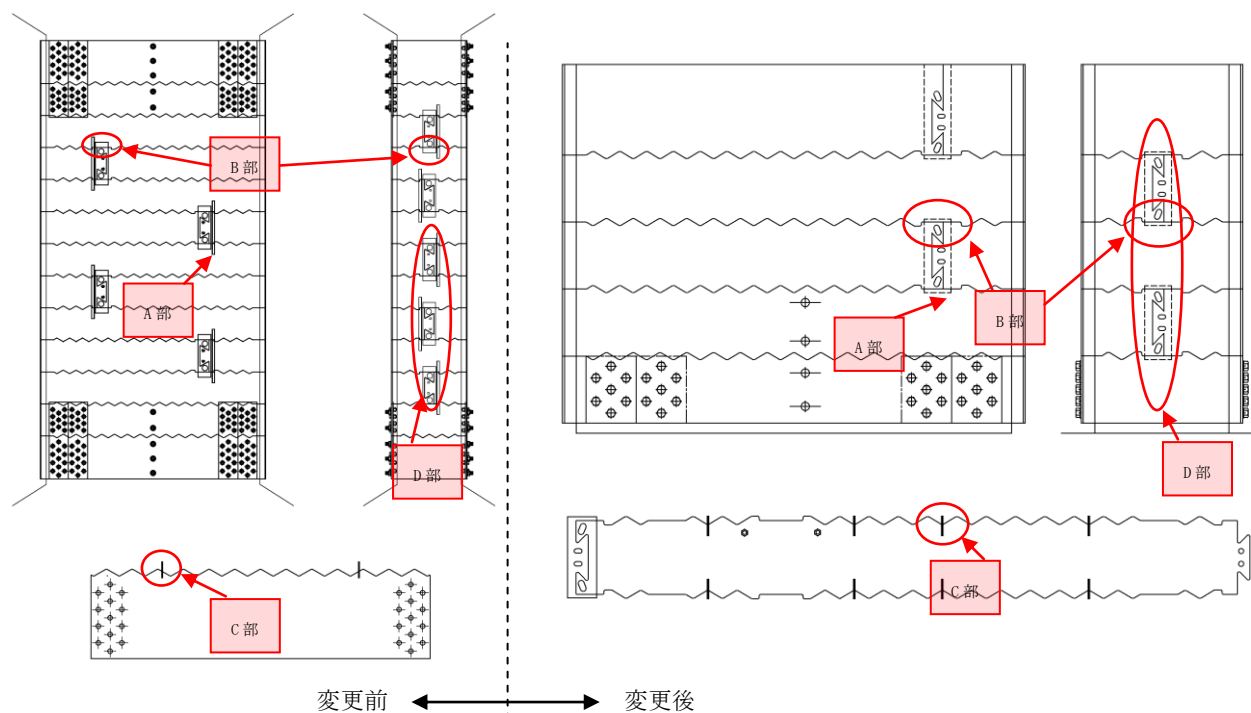


写真－４ 塑性ヒンジの様子

４．まとめ

実地下鉄中柱を参考とした 2/3 縮小モデルで交番載荷試験を実施した結果、本工法は短長辺比が 1:3 程度まで、軸圧縮応力が 5N/mm² 程度までの範囲で十分な変形性能が確保できることが分かった。また、以下に示すような構造細目の変更（図－３参照）を行っても変形性能に影響はなかった。

- ・鉛直継ぎ目の面ずれ防止材を撤去（図面の A 部参照）
- ・鉛直継ぎ目の添接版の高さを波形の山の高さ以下に変更（図面の B 部）
- ・組立ガイドの位置を波形の谷部に変更（図面の C 部）
- ・鉛直継ぎ目の楔の方向を 1 方向に変更（図面の D 部）



図－３ 構造細目の変更

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所編：既存鉄道コンクリート高架橋柱等の耐震補強設計・施工指針 波形分割鋼板巻立て補強編，2006. 4