

鋼製パネル組立補強によるRC柱のじん性補強の評価

(株)大林組

フェロー会員○岡野 素之

東海旅客鉄道(株)

正会員 岩田 秀治

新日鉄エンジニアリング(株)

正会員 小松 章

ジェイアール東海コンサルタンツ(株)

正会員 相京 博幸

1. まえがき

鉄道ラーメン高架橋柱の耐震補強工法として標準的な鋼板巻立て補強工法に代わる方法として、柱周囲に鋼製のパネルを組み立ててモルタルを充填する工法を開発してきた^{1,2)}。本工法は工場で加工した鋼製パネルを人力で組立ててモルタルを注入して固定するため、短期間での施工が可能となる。前報³⁾では、基本性能に加えて、柱断面の寸法効果と鋼製パネルの補強鋼材比に着目した合計4体の実験に関してじん性補強効果の検討を行った。そしてパネルを帯鉄筋に換算して評価可能であることを示した。本報告ではこれらの実験結果をまとめ、指針²⁾に示した寸法効果を考慮した変形性能評価方法との整合性を検討する。

2. 実験概要

試験体の一覧を表-1に、また概要図の一例を図-1(D試験体)に示す。パラメータは、断面の寸法と補強の量(横補強筋比で1.00~2.13%)である。試験体は片持はり形式の柱型で、せん断破壊型の既存RC柱を模擬した一辺60および90cmの正方形断面である。補強パネルには厚さ3.2, 4.5mmの亜鉛メッキ鋼板を用いた。試験体の諸元と使用材料の性質は文献³⁾を参照されたい。載荷は、軸力は柱単位断面積あたり 2.5 N/mm^2 を保持し、主鉄筋の初降伏変位(δ_y)を基準として変位制御により各変位レベルで3回ずつ繰り返した。

実験結果の一例として、D試験体における水平荷重と載荷位置の水平変位の関係を図-2に示した。各試験体ともこれと同様に、せん断破壊せずに曲げ降伏し、最小 $8\delta_y$ から最大 $12\delta_y$ 以上の変位まで降伏荷重を維持し、その後荷重が次第に低下した。また、いずれの試験体もエネルギー吸収性能の高い紡錘型の履歴を示した。

表-1 試験体の一覧

試験体		断面 (mm)	補強パネル厚さ (mm)	横補強筋比 (%)
標準	D	600 * 600	3.2	1.07
	D2	600 * 600	3.2 * 2層	2.13
大型	L D	900 * 900	4.5	1.00
	L D2	900 * 900	6.0	1.33

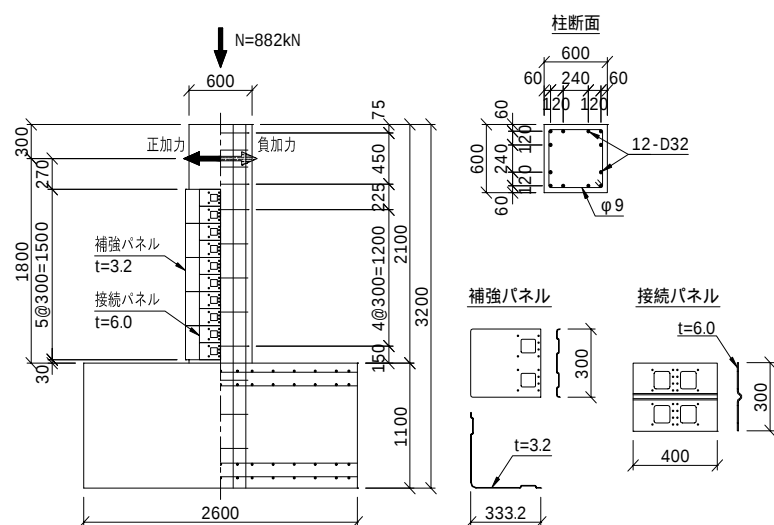


図-1 試験体の概要(D試験体)

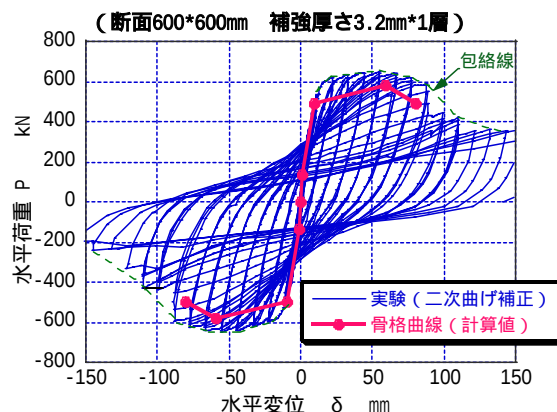


図-2 荷重-変位関係

キーワード 耐震補強, 高架橋, じん性, 鋼製パネル, 構造実験

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所 TEL 042-495-1090

3. 変形性能の比較と評価

全ての試験体における荷重と変位の包絡線の関係を図-3 に示す．ここで，縦軸は各試験体の水平荷重をその降伏荷重 (P_y) で除して無次元化し，横軸は水平変位を載荷高さで除した変形角 (%) で示した．大型試験体 (LD, LD2) は多段配筋のため降伏後の耐力上昇が高いが，変形角 4% 付近で降伏荷重を下回ること，標準試験体 (D, D2) は大型に比較し変形性能が高いことが分かる．荷重が降伏荷重まで低下した点における変形角 (以下，N点変形角) と横補強筋比との関係を図-4 に示す．横補強筋比が増加するとN点変形角が大きくなることと，同じ横補強筋比では断面が大きいとN点変形角が小さいことがわかる．この一因として，一般のRC柱では断面が大きくなると中間帯鉄筋を用いるが，本補強工法では柱の周囲だけを補強するので，軸方向鉄筋の座屈拘束効果が低くなることが考えられる．そこで次式に示すように，鉄道標準の計算方法に柱幅を指標とした低減係数 (k_{rb}) を加え，これをM点におけるヒンジ部の回転角 (θ_{pm}) に乗じてN点における変形を計算した．

$$\theta_{pn} = \frac{k_{rb} \cdot \{0.021(k_{w0} \cdot p_w + k_{s0} \cdot p_s) + 0.013\}}{(0.79 p_t + 0.153)}$$

k_{rb} : 部材幅を考慮する係数

$$k_{rb} = 600/b \leq 1.0 \quad \leftarrow \text{寸法効果を考慮}$$

k_{w0} : 鉄筋強度を考慮する係数

k_{s0} : 補強鋼板の強度を考慮する係数

p_w : 帯鉄筋比(%), p_t : 引張鉄筋比(%)

p_s : 鋼製パネルの横補強鋼材比(%)

A_s : 補強パネルの断面積 (mm²)

b : 腹部の幅 (mm)

h : 補強パネルの高さ (mm)

t : 補強パネルの厚さ (mm)

N点における塑性ヒンジ部の回転成分は次式で算出する．

$$\theta_{pn} = \theta_{pm} + \Delta\theta_p$$

$$\text{ただし, } \Delta\theta_p = K_p \cdot (M_y - M_m)$$

$$K_p = -0.1 / M_m$$

θ_{pn} : N点におけるヒンジ部の回転角

M_y : 降伏曲げモーメント

M_m : 最大曲げモーメント

この回転成分を用いて算出した計算値と実験値との比較を図-5 に示す．計算値は実験値を安全側に評価しているのがわかる．

4. まとめ

鋼製パネルを組立て補強工法におけるN点の変位は，寸法効果を考慮した評価式を用いて安全側に評価できることがわかった．

参考文献

- 1) 長縄, 岡野, 小松, 相京: 鋼製パネル組立てによるRC柱の耐震補強に関する研究, 構造工学論文集, Vo. 52A, 2006. 3
- 2) 鉄道総研編: 既存鉄筋コンクリート高架橋柱等の耐震補強設計・施工指針 鋼製パネル組立て補強編, 2006. 9
- 3) 岡野, 岩田, 小松, 相京: 鋼製パネル組立てによる既存高架橋柱のじん性補強, JCI 年次論文集, Vol. 29, 2007. 6

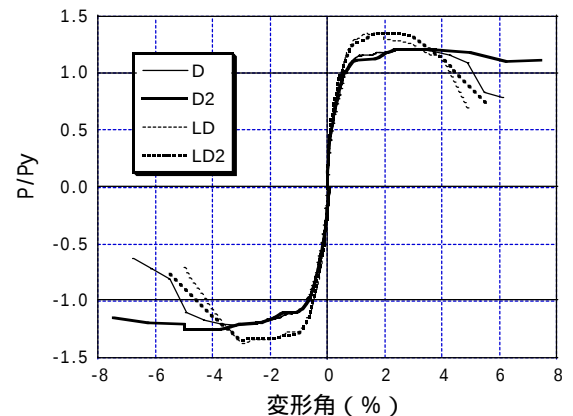


図-3 変位の包絡線

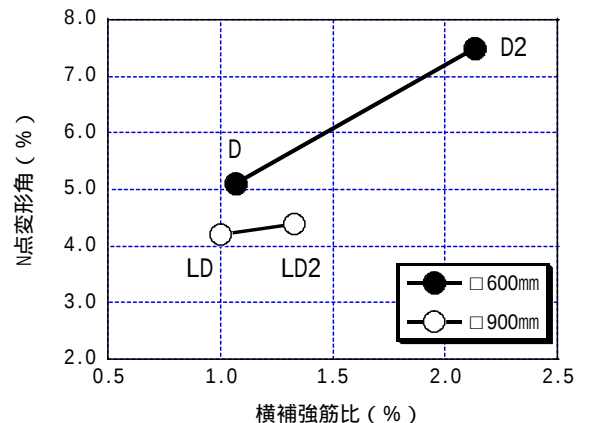


図-4 N点変形角と横補強筋比の関係

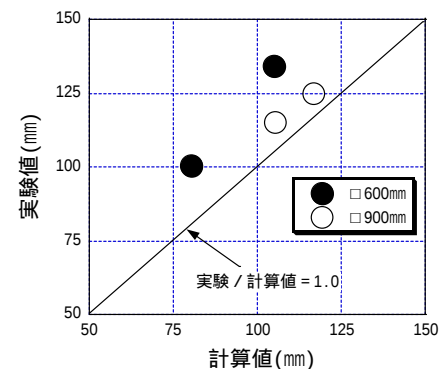


図-5 実験値と計算値の比較