

波形分割鋼板巻立て工法（耐震ラップ工法）によるじん性補強効果の評価について

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

1. はじめに

著者らは波形分割鋼板巻立て工法（耐震ラップ工法）の実用に向けて耐震補強効果に関する実験を行ってきた¹⁾。本稿では、これまでの実験結果と「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 鋼板巻立て補強編」²⁾（以下、「鋼板巻立て指針」という）に示される算定式による骨格曲線の計算値を比較し、耐震ラップ工法による既設柱のじん性補強効果について検討した。

2. 実験値と計算値の比較

2.1 補強部材の非線形性

鋼板巻立て補強した RC 部材の非線形性は、一般に曲げモーメントと部材角の関係をj、原点と次の点を通るテトラリニアモデルの骨格曲線で表すことができる（図1参照）。

C点：ひび割れ点 (M_c, θ_c)

Y点：軸方向鉄筋の降伏点 (M_y, θ_y)

M点：最大耐力を維持できる最大変位点 (M_m, θ_m)

N点：最大耐力後の耐力降下域で降伏耐力を維持できる最大変位点 (M_n, θ_n)

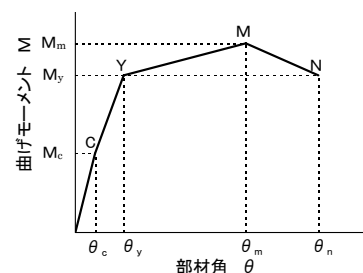


図1 補強部材の非線形性

2.2 曲げモーメント

各試験体の曲げモーメントの実験値と計算値の比較を図2および図3に示す。計算値は、「鋼板巻立て指針」に準じて補強用鋼板の影響を無視してRC断面として算定した。また、図中には、比較のために従来の鋼板巻立て補強における既往の実験データ³⁾を併せて示す。

Y点およびM点の曲げモーメントについては、実験値が計算値よりも大きく、安全側の評価を示した。また、既往のデータとも同様な傾向を示したことから、耐震ラップ工法による補強後の曲げモーメントの算出に「鋼板巻立て指針」に示される算定式を適用できることを確認した。

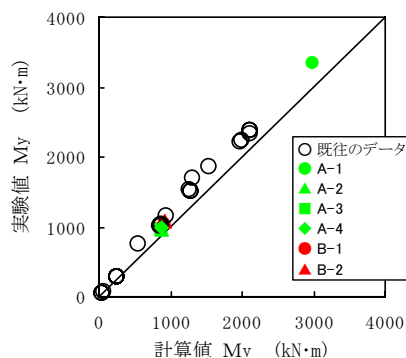


図2 Y点曲げモーメントの比較

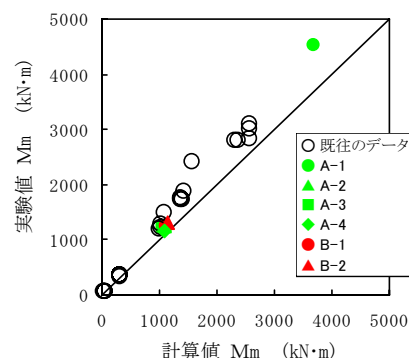


図3 M点曲げモーメントの比較

2.3 じん性補強効果

(1) Y点およびM点の部材角

Y点およびM点の部材角の実験値と計算値の比較を表1および図4、図5に示す。また、図4、図5には従来の鋼板巻立てによる既往データを併せて示す。実験値は全ての試験体で妥当に評価できており、耐震ラップ工法による補強後のY点およびM点の部材角については、「鋼板巻立て指針」の算定式を適用できることを確認した。

表1 Y点およびM点の部材角の比較

	試験体	実験値 (kN・m)	計算値 (kN・m)	実験値 計算値		試験体	実験値 (kN・m)	計算値 (kN・m)	実験値 計算値
Y点	A-1	0.00454	0.00384	1.18	M点	A-1	0.03632	0.03662	0.99
	A-2	0.00557	0.00410	1.36		A-2	0.03343	0.02354	1.42
	A-3	0.00567	0.00425	1.33		A-3	0.02267	0.01938	1.17
	A-4	0.00733	0.00319	2.30		A-4	0.02933	0.02148	1.37
	B-1	0.00536	0.00390	1.38		B-1	0.02143	0.01729	1.24
	B-2	0.00556	0.00331	1.68		B-2	0.02240	0.01544	1.45

(2) N点の部材角

N点の部材角の実験値と計算値の比較を表2および図6に示す。鉛直目地構造が突合せのAシリーズの試験体では、実験値は「鋼板巻立て指針」の算定式を用いた計算値①の8割強の評価となった。一方、鉛直目地部をくさび

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

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

形継ぎ目とした B シリーズの試験体では、計算値①の 9 割程度となり、鉛直目地部の改良の効果が得られている。

計算値①の算定に用いた「鋼板巻立て指針」の算定式は以下のとおりである。式 i) は M 点から N 点の塑性ヒンジ回転角の増加量であり、係数 0.25 は既往の実験の平均値から定められたものである。

$$\theta_n = \theta_{n0} + \theta_{n1}$$

$$\theta_{n0} = (\delta_{nb} + \delta_{np}) / L_a$$

$$\delta_{np} = \theta_{pn} \cdot (L_a - L_p / 2)$$

ここに、 θ_{n0} ：躯体変形による回転角

θ_{n1} ：軸方向鉄筋の抜出しによる回転角

δ_{nb} ：塑性ヒンジ以外の区間の躯体変形

δ_{np} ：塑性ヒンジの変形

θ_{pn} ：塑性ヒンジの回転角

L_a ：せん断スパン

L_p ：塑性ヒンジ長

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

$$\Delta\theta_{pmn} = 0.25 \cdot (M_m - M_y) / M_m \quad \text{----- i)}$$

ここに、 θ_{pm} ：M点の塑性ヒンジの回転角

$\Delta\theta_{pmn}$ ：M点からN点への塑性ヒンジ回転角の増加量

$$\Delta\theta_{pmn} = 0.20 \cdot (M_m - M_y) / M_m \quad \text{----- ii)}$$

ところで、式 i) を既往の実験値の下限値を用いて設定すると、 $\Delta\theta_{pmn}$ は式 ii) のように表すことができる。式 ii) を用いて N 点の部材角を算出した計算値②と比較すると、表 2 および図 7 に示すように試験体 B-1 および B-2 において実験値が計算値②を上回っており、B シリーズの試験体については従来の鋼板巻立て補強と同等な変形性能が得られたことを確認した。

以上より、鉛直目地部をくさび形継ぎ目構造とした場合には、 $\Delta\theta_{pmn}$ を式 ii) により算出することにより、N 点の評価が可能である。なお、鉛直目地部を突合せとした A シリーズの各試験体については、N 点の評価を行う際に、B シリーズと同様の考え方で式 i) の係数を 0.16 とすることで評価が可能であることを確認している。

3. まとめ

耐震ラップ工法により RC 柱の耐震補強を行う場合、曲げモーメントおよび Y、M 点の部材角については「鋼板巻立て指針」に示される算定式により評価することができる。N 点の部材角については、鉛直目地部をくさび形継ぎ目とすることにより、従来の鋼板巻立て補強と同等の評価が可能である。

謝辞

耐震ラップ工法の開発に伴い、ご指導を頂きました(財)鉄道総合技術研究所の関係者各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小林・篠原：波型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，第 61 回年次学術講演会，2006.9
- 2) 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 鋼板巻立て補強編，1997.7
- 3) 玉井・佐藤：鋼板巻立て補強した RC 柱の変形性能，鉄道総研報告，Vol.12, No.9, pp.39～44, 1998.9

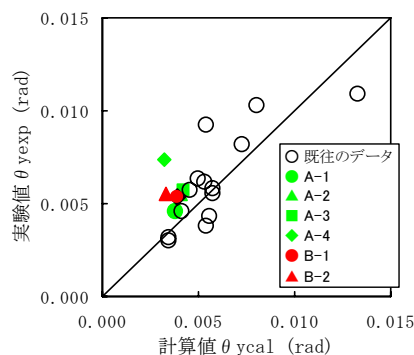


図 4 Y 点の部材角の比較

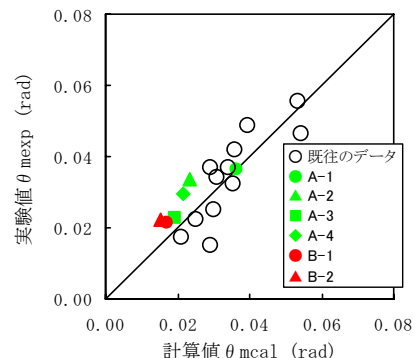


図 5 M 点の部材角の比較

表 2 N 点の部材角の比較

試験体	実験値 (rad)	計算値 (rad)		実験値 計算値①	実験値 計算値②	鉛直目地部の 構造
		計算値① 式 i)	計算値② 式 ii)			
A-1	0.06233	0.07555	0.06767	0.83	0.92	突合せ
A-2	0.05426	0.06339	0.05536	0.86	0.98	
A-3	0.04712	0.05863	0.05071	0.80	0.93	
A-4	0.04677	0.05885	0.05135	0.79	0.91	
B-1	0.04747	0.05316	0.04595	0.89	1.03	くさび形 鉛直継ぎ目
B-2	0.04633	0.05064	0.04359	0.91	1.06	

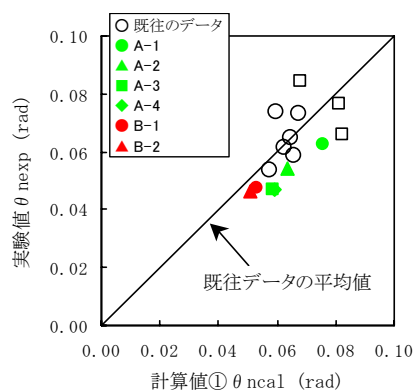


図 6 N 点の部材角の比較①

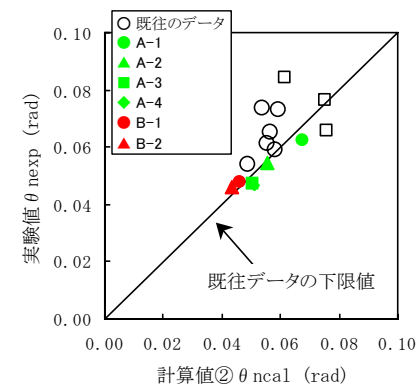


図 7 N 点の部材角の比較②