

V-314

R/C補強柱の変形性能評価に関する一考察 その1
—アラミド繊維補強工法の変形性能算定手法の提案—

東急建設 技術研究所 正会員 服部尚道* フェロー会員 増田芳久*
 東急建設 土木技術部 正会員 玉井真一**
 鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺忠朋***

1. はじめに

鉄道高架橋柱の耐震補強工法として、連続繊維補強材として利用されているアラミド繊維シートを巻き付ける工法が提案され、設計・施工指針が制定されている[1]。これに示されているアラミド繊維シート補強後の柱の設計じん性率は、単にじん性率のみを算定する式となっており降伏変位や終局変位を算定することはできないものである。したがって、本来詳細な構造物の変形性能評価は不可能である。

本稿は、既往の実験結果を検討し、実験及び計算じん性率を算出した。さらに、アラミド繊維補強後の変形性能算定手法として、計算降伏変位から終局変位を算定するじん性率算定式を提案するものである。

2. 変形性能の評価

既往の実験諸元および実験結果を表1、2に示す[1]。表2において、計算降伏耐力は実験降伏耐力より小さい傾向を示しているが比較的良好に捉えられていると思われる。そこで、実験における降伏時の判定は極めて曖昧であるので、表2における計算降伏耐力を降伏時と判断し、実験における荷重変位包絡線から降伏変位と終局変位を算定した。部材の変形性能は、く体のみの変位で評価するものとし、式(1)によりく体じん性率 μ_{ocal} を算出した[2]。

$$\mu_{\text{ocal}} = \delta_{u0} / \delta_{y0} = (\delta_u - \delta_{u1}) / (\delta_y - \delta_{y1}) \quad (1)$$

ここで、 δ_{u0} 、 δ_{y0} ：終局時および降伏時のく体のみの変位

δ_u 、 δ_y ：終局時および降伏時の全体変位

δ_{u1} 、 δ_{y1} ：終局時および降伏時の軸方向鉄筋の抜け出しによる回転変位[3]

計算における降伏変位は、「軸方向鉄筋に作用している引張力の合力位置のひずみが降伏ひずみに達したときの変位」と定義し、実験に用いられた材料データを用いファイバーモデルで算出した[4]。つぎに、実験結果の荷重変位包絡線において、計算降伏変位と交差する点の荷重を降伏荷重とし、この降伏荷重を下回らない最大の変位を終局変位とした。求められたく体じん性率の計算値 μ_{ocal} と実験値 μ_{ocal} の比較を図-1に示す。その結果、計算値は実験値に対し小さく評価する傾向にあることがわかった。

表1 既往の実験諸元

試験体 No.	供試体寸法 b×h (mm)	せん断 la(mm)	軸方向鉄筋				帯鉄筋				軸力 N	アラミド繊維シート			
			径 (mm)	降伏強度 (N/mm ²)	弾性係数 (×10 ³ N/mm ²)	径 (mm)	ピッチ (mm)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (×10 ³ N/mm ²)		圧縮強度 (N/mm ²)	目付量 ω(g/m ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (×10 ³ N/mm ²)
1	600×600	2900	D32	345	2.01	φ9	300	325	448	2.01	1176	22	200	2587	0.97
2	600×600	2900	D32	349	1.91	φ9	300	317	433	1.95	1176	27	600	2665	0.87
3	800×800	3000	D32	345	2.01	φ9	300	319	454	2.03	2352	23	600	2665	0.87
4	800×800	3000	D32	345	2.01	φ9	300	319	454	2.03	2352	24	1000	2665	0.87

キーワード アラミド繊維シート、耐震補強、じん性率、変形性能

* 〒229-11 神奈川県相模原市田名3062-1 TEL0427-63-9511 FAX0427-63-9503

** 〒150 東京都渋谷区渋谷1-16-14 TEL03-5466-5273 FAX03-3406-7309

*** 〒185 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL0425-73-7281 FAX0425-73-7247

表2 実験結果

試験体	降伏耐力		破壊状況
	実験値 Pyexp(KN)	計算値 Pyca(KN)	
No.1(+)	354.3	298.9	シート破断
No.1(-)	-364.1	-298.9	
No.2(+)	337.9	306.7	鉄筋破断
No.2(-)	-339.7	-306.7	
No.3(+)	711.0	665.4	シート破断
No.3(-)	-700.6	-665.4	
No.4(+)	705.0	668.4	鉄筋破断
No.4(-)	-722.4	-668.4	

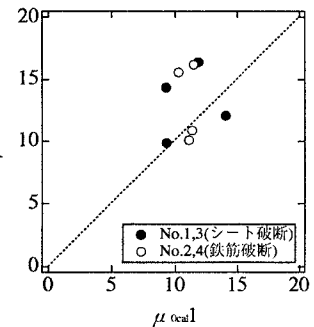


図1 実験値と計算値の比較

3. 変形性能算定手法の検討

補強後の変形性能に与える要因として、補強材が負担するせん断耐力曲げ降伏耐力比が最も大きな影響を与えることが報告されている[2]。そこで、せん断耐力曲げ降伏耐力比 ($V_{AF} \cdot l_a / M_y$) をパラメータとして回帰分析を行い、次式のじん性率算定式を導いた。なお、次式は破壊状況別に導いたものである。

$$\mu_{Ocal}^2 = 10.03 V_{AF} \cdot l_a / M_y + 20.17 \quad (2-1)$$

$$\mu_{Ocal}^2 = -66.34 V_{AF} \cdot l_a / M_y + 111.25 \quad (2-2)$$

ここで、 μ_{Ocal}^2 ：破壊状況がアラミド破断により決定されたじん性率

μ_{Ocal}^2 ：破壊状況が鉄筋破断による決定されたじん性率

M_y ：曲げ降伏耐力(KN・m)

l_a ：せん断スパン(m)

V_{AF} ：アラミド繊維シートの受け持つせん断耐力(KN)[2]

$$V_{AF} = 0.4 \cdot \{A_{AF} \cdot f_{AFu} \cdot (\sin \theta_{AF} + \cos \theta_{AF}) / S_{AF}\} \cdot z$$

A_{AF} ：単位幅当たりのアラミド繊維シートの断面積(mm²)

f_{AFu} ：アラミド繊維シートの引張強度(N/mm²)

θ_{AF} ：アラミド繊維シートが部材軸となす角度、一般に90°

S_{AF} ：アラミド繊維シートの単位幅(mm)

z ：圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材の図心までの距離、一般にd/1.15

d ：断面の有効高さ(mm)

式(2-1)および式(2-2)によるく体じん性率の計算値と実験値の関係を図2に示す。また、じん性率の実験値と計算値の比と $k_y = (V_c + V_{AF}) \cdot l_a / M_y$, $k_{sry} = (V_s + V_{AF}) \cdot l_a / M_y$, p_{ww} (アラミド繊維を引張強度比で帯鉄筋に換算した帯鉄筋体積比) の関係を図3,4および5に示す。その結果、各パラメータに対しとくに顕著な傾向が見られないことから、式(2-1)および(2-2)は既往実験結果の範囲内で十分に評価できたと考えられる。したがって、定式化したじん性率算定式から求められるじん性率と、ファイバーモデルで算出した降伏変位から終局変位の予測が出来るものと考えられる。

4. まとめ

既往の実験結果から、実験じん性率と計算じん性率を算定しアラミド繊維補強後のじん性率算定式を提案した。実験結果より、アラミド補強工法はアラミド繊維シートの剛性が低いので、降伏変位は通常のRC断面として計算してよいと考えられる。したがって、アラミド補強後の変形性能は、じん性率算定式から得られたじん性率と計算降伏変位により終局変位を算定する方法で評価できるものと考えられる。

参考文献

- [1]鉄道総合技術研究所：アラミド繊維シートによる鉄道高架橋柱の耐震補強工法設計・施工指針，平成8年11月
- [2]瀧口，渡辺，西川：鋼板巻き補強されたRC柱の変形性能について，コンクリート系構造物の耐震技術に関するシンポジウム，1997
- [3]石橋忠良，吉野真一：鉄筋コンクリート橋脚の地震時変形能力に関する研究，土木学会論文集，第390号/V-8, pp57-66, 1988.2
- [4]土木学会，阪神淡路大震災被害分析と靱性率評価式 [阪神大震災調査研究特別委員会WG報告]，コンクリート技術シリーズ，No.12, 1996.7

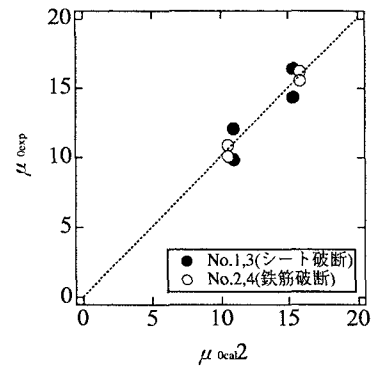


図2 μ_{Oexp} と μ_{Ocal}^2 の関係

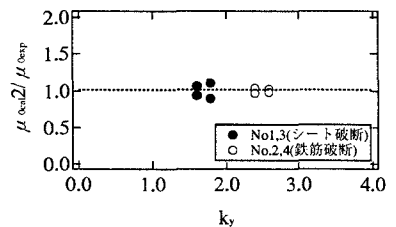


図3 実験値／計算値と k_y の関係

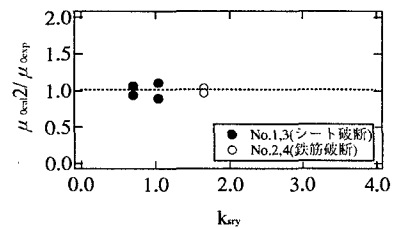


図4 実験値／計算値と k_{sry} の関係

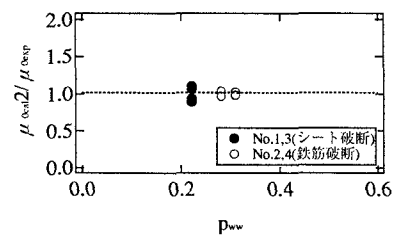


図5 実験値／計算値と p_{ww} の関係