

定着板方式による面外せん断補強法の研究  
(その2) 実験結果

正会員○大原 英司\*<sup>1</sup> 同 西川 孝夫\*<sup>2</sup>  
同 北山 和宏\*<sup>2</sup> 同 姜 柱 \*<sup>2</sup>  
同 栗原 和夫\*<sup>3</sup> 同 井上 貴之\*<sup>1</sup>

1. はじめに

本報では、(その1)に引き続き実験結果概要について述べる。

2. 荷重-変位関係

図1にアンカー定着板型の試験体による荷重-変形関係の比較を示し、図2に定着方式の違いによる荷重-変形関係の比較を示す。

図1より、アンカー定着板型の場合、横拘束があり、定着位置が深い場合(A2試験体)は、耐力が高く、靱性が良好であった。横拘束がない場合(A1試験体)は、最大耐力は2番目に高かったものの最大耐力後の耐力低下が大きかった。それに対し、横拘束があり、定着位置が短い場合(A3試験体)は最大耐力は横拘束なしの場合に比べ低かったものの最大耐力後の耐力低下は小さかった。これにより、横拘束筋の有無は最大耐力後の耐力低下に影響し、定着位置は最大耐力に影響を与え

ることがわかった。

また、実機確認用の試験体(A4試験体)は大変形域でも耐力低下を起すことなく安定した性状を示した。

次に定着型の違いによる比較をすると、図2より、最大耐力についてはナットのみ型(KC試験体)の69.1tfを除いて他の試験体では73~75tf程度の値となり最大耐力については同程度となった。一方、靱性に関してはアンカー定着板型(A2試験体)とテーパー型(KA1試験体)は層間変位50mmまでほとんど耐力低下することがなかったが、ナットのみ型および折曲げフック型(B試験体)は最大耐力後に耐力低下が生じた。耐力低下の程度はナットのみ型よりも折曲げフック型の方が大きかった。

3. 最終ひび割れ状態

図3に定着方式の違いによる最終ひび割れ状態の比較を示す。アンカー定着板型とテーパー型では、斜めひび

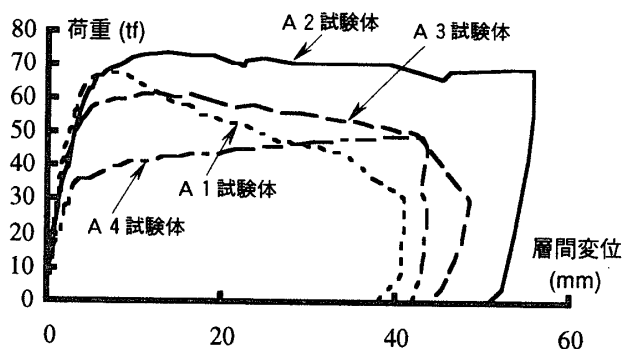


図1 アンカー定着板方式による荷重-変形関係の比較

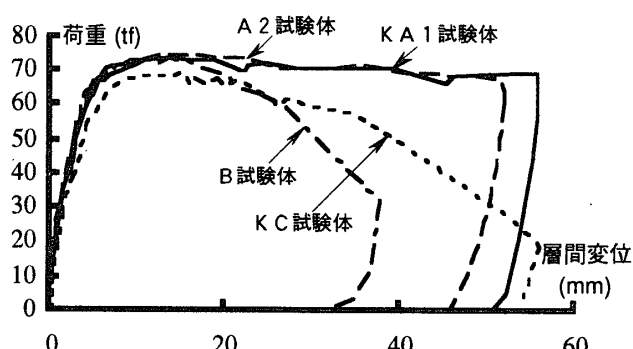


図2 定着方式の違いによる荷重-変形関係の比較

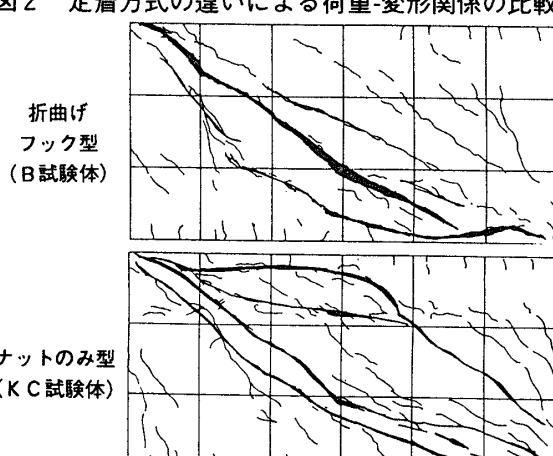
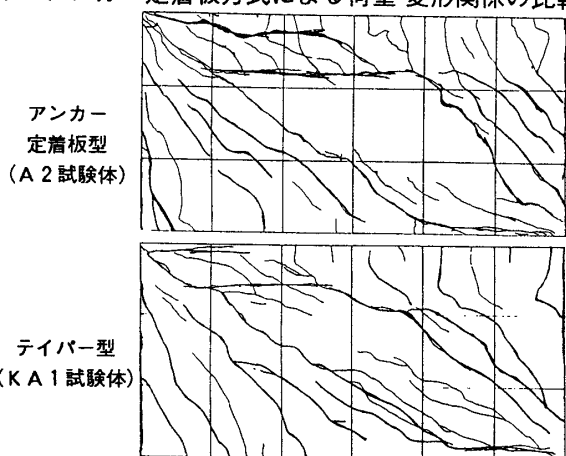


図3 最終破壊状況

A Study on Plate Anchor Detailing System of Shear Rebar with Out of Plate Force  
Part 2 Summary of Test Results

OHARA Eiji et al.

割れが比較的均一に分布し、ひび割れの進展も均一に進んだ。また危険断面の曲げひび割れ幅は大きかった。そのためにアンカー定着板型（A 2 試験体）とテーパー型（K A 1 試験体）と最大耐力後の耐力低下が緩やかであり、靱性能に富む挙動を示した。これに対して、折曲げフック型（B 試験体）では、主に対角線に沿ったせん断ひび割れと上端主筋に沿った割裂ひび割れが進展して破壊まで至った。ナットのみ型（K C 試験体）でも二、三本の斜めひび割れの進展が顕著であった。そのため折曲げフック型とナットのみ型とは最大耐力後の耐力の低下が急激に生じた。

4. 各種耐力の計算値との比較

表 1 に曲げひび割れ耐力の実験値と各種計算耐力の比較を示す。計算式には e 関数法による計算式 (①式) と日本建築学会 R C 規準による計算式 (②式) を採用し、比較検討した。実験値と計算値を比較してみると (実験値/計算値) は A 3 試験体と A 4 試験体を除き、比較的一致したものとなった。断面内のひずみ分布を平面保持と仮定し、コンクリートの材料特性を考慮した e 関数法と日本建築学会 R C 規準の曲げひび割れ強度平均式による計算式による計算値の一致の度合いは同じであった。

また、表 2 にはせん断ひび割れ耐力の実験値と各種計算耐力との比較を示す。計算値には日本建築学会 R C 規準の③荒川式、④荒川式 (平均式)、⑤原子力機構提案式の結果を用いた。A 1 試験体、A 3 試験体と A 4 試験体では実験結果は計算値の 0.8 倍程度の値となったが、その他の試験体ではほぼ一致した。また、各計算式と実験値の一致の程度はほぼ同じであった。

表 3 には最大耐力の計算値との比較を示す。⑥式には荒川のせん断強度下限値  $Q_{bu, min}$ 、⑦式には荒川のせん断強度平均値  $Q_{bu, mean}$  を用いた。実験結果を計算値と比較すると、A 4 試験体では、計算値はほぼ実験値と一致したが、他の試験体では、実験値は⑥式では 24%~52%、⑦式では 5%~28%、計算値を上回った。また、⑦式の荒川のせん断強度平均値  $Q_{bu, mean}$  の方がより実験値に近い結果となった。

曲げひび割れ耐力とせん断ひび割れ耐力では A 3 試験体と A 4 試験体を除いてはほぼ計算値で予測できることがわかった。また、最大耐力では荒川のせん断強度平均値  $Q_{bu, mean}$  の方が下限値  $Q_{bu, min}$  より予測の精度が高いことがわかった。以下に計算に用いた式を示す。

①式:  $\eta = 6.75(e^{-0.812\xi} - e^{-1.218\xi})$

②式:  $Q_c = 1.8\sqrt{F_c}Z_e / a$

③式:  $Q_{sc} = \frac{0.053(F_c + 500)}{\frac{M}{Qd} + 1.7} \times b \times d$

④式:  $Q_{sc} = \frac{Kc(F_c + 500)0.085}{\frac{M}{Qd} + 1.7} \times b \times j$

表 1 曲げひび割れ耐力の計算値との比較

試験体	実験値	①式	(実)/(計)	②式	(実)/(計)
A1	14.0	13.7	1.02	13.9	1.01
A2	14.6	13.7	1.07	13.9	1.05
A3	10.1	13.7	0.74	13.9	0.73
A4	9.9	11.9	0.83	12.0	0.83
B	15.2	13.7	1.11	13.9	1.09
KA1	15.6	13.7	1.14	13.9	1.12
KC	16.0	13.7	1.17	13.9	1.15

表 2 せん断ひび割れ耐力の計算値との比較

試験体	実験値	③式	(実)/(計)	④式	(実)/(計)	⑤式	(実)/(計)
A1	20.6	24.0	0.86	25.7	0.80	25.0	0.82
A2	25.5	24.0	1.06	25.7	0.99	25.0	1.02
A3	18.7	24.0	0.78	25.7	0.73	25.0	0.75
A4	17.9	24.0	0.75	25.7	0.70	25.0	0.72
B	25.9	24.0	1.08	25.7	1.01	25.0	1.04
KA1	26.1	24.0	1.09	25.7	1.02	25.0	1.04
KC	25.3	24.0	1.05	25.7	0.98	25.0	1.01

表 3 最大耐力と計算値の比較

試験体	実験値	⑥式	(実)/(計)	⑦式	(実)/(計)
A1	69.4	50.2	1.38	59.4	1.17
A2	73.2	50.2	1.46	59.4	1.23
A3	62.1	50.2	1.24	59.4	1.05
A4	49.3	45.3	1.09	53.2	0.93
B	73.5	50.2	1.47	59.4	1.24
KA1	76.0	50.2	1.52	59.4	1.28
KC	69.1	50.2	1.38	59.4	1.16

⑤式:  $Q_{sc} = \sqrt{F_c}(\sqrt{F_c} + \sigma) \times b \times j$

⑥式:  $Q_{su, min} = \left\{ \frac{0.053 p_t^{0.23} (F_c + 180)}{M / (Qd) + 0.12} + 2.7\sqrt{p_w \cdot \sigma_{wy}} \right\} \times b \times j$

⑦式:  $Q_{su, mean} = \left\{ \frac{0.068 p_t^{0.23} (F_c + 180)}{M / (Qd) + 0.12} + 2.7\sqrt{p_w \cdot \sigma_{wy}} \right\} \times b \times j$

ここに、 $\eta = \sigma / F_c$ ,  $\xi = \epsilon / 0.002$ ,  $\sigma$ : コンクリートの応力  
 $F_c$ : コンクリートの実強度,  $\epsilon$ : コンクリートのひずみ  
 $Z_e$ : 鉄筋を考慮した断面係数,  $a$ : せん断スパン,  $b$ : 梁幅  
 $j$ : 梁断面の応力中心間距離,  $d$ : 梁の有効高さ  
 $p_t$ : 主筋の鉄筋比,  $p_w$ : せん断補強筋の鉄筋比  
 $\sigma_{wy}$ : せん断補強筋の強度,  $M / (Qd)$ : シア・スパン比

5. まとめ

- 1) アンカー定着板型の場合、横拘束の有無は最大耐力後の耐力低下に、定着位置は最大耐力に影響があることがわかった。
- 2) 定着方式の違いについて比較すると、アンカー定着板型とテーパー型は耐力、靱性共に高かった。
- 3) 各種耐力は計算式によりおおむね推測できた。

\* 1 鹿島 (株)  
 \* 2 東京都立大学  
 \* 3 熊本工業大学

Kajima Corporation  
 Tokyo Metropolitan University  
 Kumamoto Institute of Technology