

# 重ね継手高強度せん断補強筋を有する基礎梁の構造性能

学籍番号 1915014 大平 成耶

指導教員 丸田 誠

片持ち梁型実験 高強度せん断補強筋 重ね継手  
基礎梁 付着・定着 せん断破壊型

## 1. はじめに

鉄筋コンクリート (RC) 基礎梁は梁せいが大きいので、せん断補強筋を溶接閉鎖や端部フックを用いて施工すると、施工性が悪いという問題がある。フック付き重ね継手は梁せい方向の鉄筋を短く抑えることができ、施工性の改善を図ることができる。SD290~SD490 ( $\sigma_y \geq 290 \sim 490 \text{N/mm}^2$ ) せん断補強筋を用いた既往実験はいくつかあるが、SD785 ( $\sigma_y \geq 785 \text{N/mm}^2$ ) などの高強度せん断補強筋を用いた実験はほとんど行われていない。また、高強度せん断補強筋は加工用にリブを低く作られているため、付着応力度が低下し継手長さが長くなることが想定される。そこで本研究では、東京鉄鋼(株)と共同研究により、SD785の高強度せん断補強筋を用いた、重ね継手基礎梁の実験を行った。また、既往のデータを収集、分析し、重ね長さの検討を行ったので報告する。

## 2. 実験計画

### 2.1 試験体概要

試験体の断面は梁幅 250mm×梁せい 800mm であり、試験体諸元を表1に、試験体の形状および配筋例を図1に示す。せん断強度は荒川 min 式<sup>2)</sup>より算定した。

表1 試験体諸元

試験体名	FG-21-W	FG-21-45	FG-30-W	FG-30-40
コンクリート強度	21N/mm <sup>2</sup>		30N/mm <sup>2</sup>	
主筋	3+3-D25 (SD490) $pt=1.68\%$			
せん断補強筋	2-T10@120 (SPR785) $pw=0.23\%$			
重ね長さ	—	45d	—	40d
曲げ耐力	974kN			
せん断強度	403kN		403kN	
せん断余裕度	0.41		0.47	
想定破壊モード	せん断破壊			

※ $pt$  は引張鉄筋比,  $pw$  はせん断補強筋比を示す

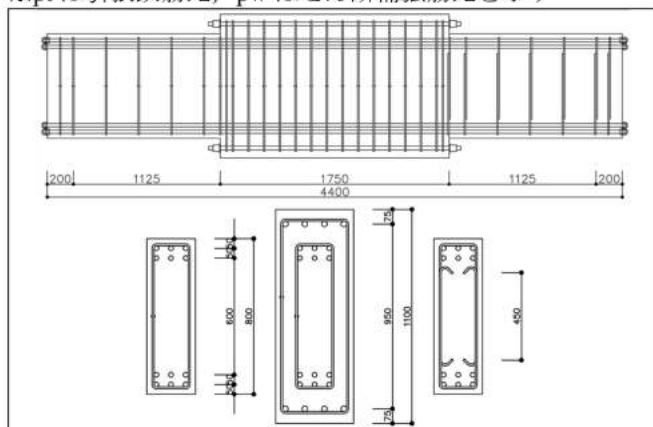


図1 試験体の形状および配筋例

### 2.2 荷重方法

試験体のセットアップを図2に示す。荷重は片持ち梁形式の正負交番漸増繰り返し荷重とした。加力サイクルを図3に示す。1~3 サイクル目は SPR785 指針<sup>3)</sup>による損傷制御および安全確認用短期許容せん断力をピークとする荷重制御とし、4~9 サイクル目は部材角をピークとする変形制御とした。

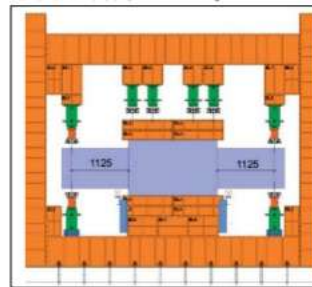


図2 セットアップ

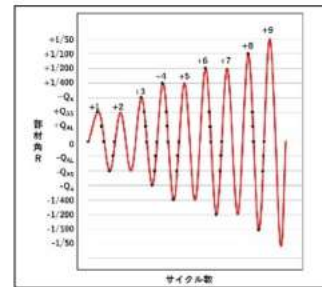


図3 加力サイクル

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 荷重一部材角関係

各試験体の荷重一部材角関係およびせん断ひび割れ発生時の状況を図4に示す。全試験体で  $R=1/100\text{rad}$  のサイクル時に最大強度に達した。重ね継手と溶接閉鎖型の違いによる有意な差は見られなかった。重ね継手を用いた試験体では、最大強度直前に鉄筋の抜け出しによる荷重の低下が見られた。荒川 mean 式<sup>2)</sup>および修正塑性式<sup>3)8)9)</sup>にて、終局強度を安全側に評価することができ、靱性指針式 ( $R_p=0$ )<sup>4)</sup>にて、概ね終局強度を評価できた。

### 3.2 せん断補強筋ひずみ

せん断補強筋ひずみの測定位置および各試験体のせん断補強筋最大ひずみ  $\epsilon_{max}$  の推移を図5に示す。破線は材料試験結果より算出した降伏ひずみを示す。全試験体において、 $R=1/100\text{rad}$  のサイクル時に降伏ひずみに達した。継手方法の違いによる有意な差は見られなかった。

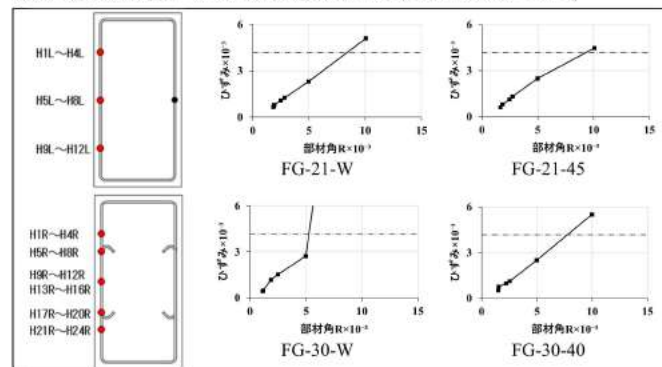


図5 測定位置および  $\epsilon_{max}$  の推移

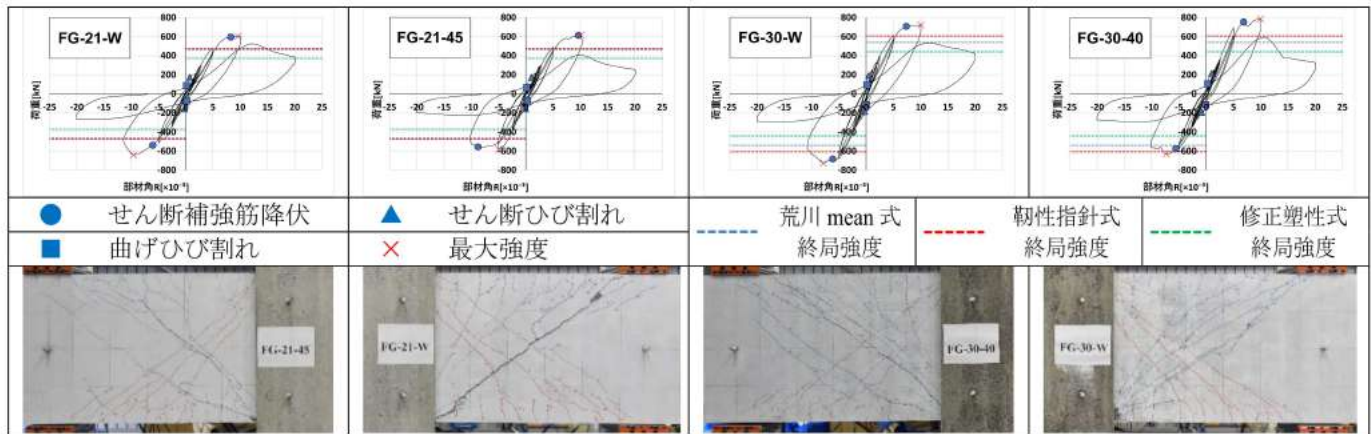


図4 各試験体の荷重-部材角関係およびせん断ひび割れ発生時の状況

4. 実験結果の評価および検討

本実験の梁と既往実験の梁を検討対象とした。既往実験は文献<sup>5)6)7)</sup>の実験基礎梁8体および一般階梁28体の計36体とし、想定破壊モードがせん断破壊型の試験体を抽出した。各強度式によるせん断強度計算値  $Q_{sui}$  (荒川 mean 式  $Q_{su}$ , 靱性指針式  $Q_{suo}$ , 修正塑性式  $Q_{sub}$ ) と最大強度実験値  $Q_{max}$  の比較を図6に示し、各強度式によるせん断強度計算値と最大強度実験値の耐力安全率を表2に示す。本実験の試験体は、コンクリート強度、フック付き重ね継手の有無に係わらず、 $Q_{sui}/Q_{fu}$  および  $Q_{max}/Q_{fu}$  はその他の試験体の範囲に入ることが確認できた。荒川 mean 式および修正塑性式の耐力安全率は1.2程度であり、安全側に評価することができた。靱性指針式の耐力安全率は0.9程度であり、危険側になる試験体も存在したが、本実験の基礎梁は安全側に評価することができた。

表2 耐力安全率

	全試験体	本実験	SD 785	SD 685	SD 490	SD 290
$Q_{su}$	1.15	1.37	1.23	1.06	1.25	1.18
$Q_{suo}$	0.93	1.26	0.93	0.98	1.00	0.73
$Q_{sub}$	1.22	1.69	1.22	1.17	1.17	1.44

5. フック付き重ね継手の重ね長さ比検討

RC 計算規準<sup>2)</sup>ではSD785は対象外だが、重ね長さ比  $L/d$  の計算値を検討し、表3に示す。本実験では、コンクリート強度 ( $F_c$ ) が  $21\text{N/mm}^2$  の試験体では、重ね長さ比45、 $F_c$  が  $30\text{N/mm}^2$  の試験体では、重ね長さ比40で良好な結果を得た。また、計算値は  $F_c$  が小さくなるほど、重ね長さが指数関数的に長くなる傾向がある。よって計算値と実験値の差も  $F_c$  が小さくなるほど指数関数的に大きくなると仮定し、重ね長さ比案  $L/d$  (表3) を提案する。

6. まとめ

以上の結果より、SD785による高強度せん断補強筋の

重ね継手を用いた基礎梁の荷重-部材角関係およびせん断補強筋ひずみのデータの収集ができた。溶接閉鎖型の代わりに重ね継手を用いた設計は可能である。また、本実験の結果より、SD785の高強度せん断補強筋を用いた重ね長さ比の提案を表3に示す。

表3 重ね長さ比の計算値および提案

$F_c[\text{N/mm}^2]$	$L/d$	$L/d$	提案した $d$ 値
21	62.3	45.0	45d
24	57.4	42.2	
27	54.7	41.1	
30	52.2	40.0	40d
33	49.9	38.8	
36	47.8	37.6	
39	45.9	36.5	
42	44.1	35.4	35d
45	42.5	34.3	
48	41.0	33.3	
51	39.6	32.3	
54	38.3	31.4	30d
57	37.0	30.5	
60	35.9	29.7	

$d$ : 公称径

参考文献

- 1) 東京鉄鋼(株): 鉄筋コンクリート造梁・柱に用いる 高強度せん断補強筋「パワーリング785」設計施工指針・同解説
- 2) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 2018
- 3) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建築物の終局強度型耐震設計指針・同解説, 1990
- 4) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造の靱性保証型耐震設計指針・同解説, 1999
- 5) 市岡有香子, 田川浩之, 足立将人, 益尾潔: SD295~SD785N/mm<sup>2</sup>級せん断補強筋を用いた RC 梁の残留せん断ひび割れ幅制限値に基づく短期許容せん断力, 日本建築学会構造系論文集, No.662, pp821-828, 2011.4
- 6) 森裕重, 堂下航, 益尾潔: 685N/mm<sup>2</sup>級高強度せん断補強筋を用いた RC 梁の構造性能 (その1 実験概要), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造IV, pp.269-270, 2012.9
- 7) 東京鉄鋼(株): 建築構造技術評価詳細報告書パワーリング 685 設計施工指針, 一般社団法人建築構造技術支援機構, 2016.1.29
- 8) 藤井栄, 森田司郎: 異形鉄筋の付着強度に関する研究-第2報付着割裂強度算定式の提案-, 日本建築学会論文報告集, No.324, pp45-53, 1983.2
- 9) 角徹三, 張建東, 飯塚真一, 山田守: 高強度コンクリートレベルをも包含する RC 部材の付着割裂強度算定式の提案, コンクリート工学論文集, 第3巻第1号, pp.97-108, 1992.

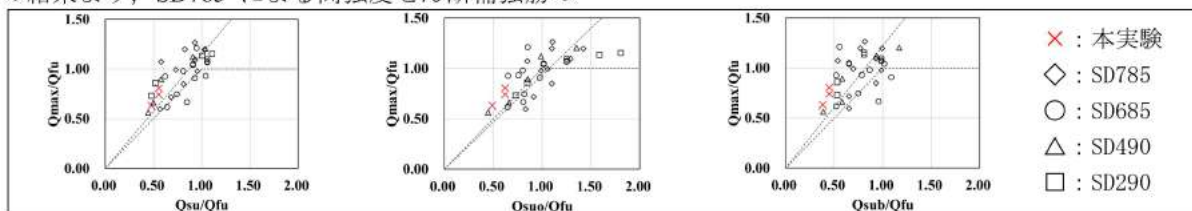


図6 各終局せん断強度式と最大強度の比較