

制震機能内蔵型の次世代非構造部材の開発

研究代表者：塩原 等 (東京大学工学系研究科)

完全スリット付き実大現場打ち RC 造非構造壁の耐震性能の確認実験

1. はじめに

鉄筋コンクリート(以下RC)造壁のうち構造材として積極的に利用しない間仕切り壁などの非構造壁には、地震時の構造骨組に対する悪影響を避けるため、完全スリットを施し、面外脱落防止用のダウエル鉄筋で骨組に固定することがある。この鉄筋による接合部を持つ間仕切り壁のせん断強度、変形能、破壊性状やエネルギー吸収量等の耐震性能を、筆者らは、実大の水平加力実験を行って報告した¹⁾。本研究では、間仕切り壁をより耐震性能の高い制震部材として活用するため、低降伏点丸鋼を接合部に用いた完全スリット付き現場打ちRC造非構造壁を対象とした、実大の静的漸増振幅繰返し水平載荷実験を行って地震時応答を把握する。また、より設置の簡便な実験装置を提案する。

2. 実験計画

2.1 実験変数と試験体の概要

図1のような、RC造非構造壁の実大試験体6体を製作した。RCパネルとダウエル鉄筋による接合部で構成され、ダウエル鉄筋は両側をコンクリートに埋込まれる。試験体の上下端には高さ調整のできる長穴付鋼製プレートを持つ。実験変数はパネル幅、スリットの幅、ダウエル鉄筋の水平位置(端あき長 L_h :mm)と配置(面と数)である。試験体の諸元を表1に示す。RCパネルの高さ2000mm、厚さ120mm、コンクリートの設計強度(24MPa)は共通である。パネル幅が1200mmのDシリーズが4体、2000mmのEシリーズが2体ある。エネルギー吸収能と変形能の向上のため、完全スリットにはダウエル鉄筋として極低降伏点丸鋼($\phi 14 \cdot \text{ELCH2}$)を用い、両側の定着長と拘束筋は十分にとった。スリットの無い部分には普通鋼異形鉄筋(D16・SD345)を使用して構造骨組との連続性を模擬した。ダウエル鉄筋の材料特性を表2に示す。

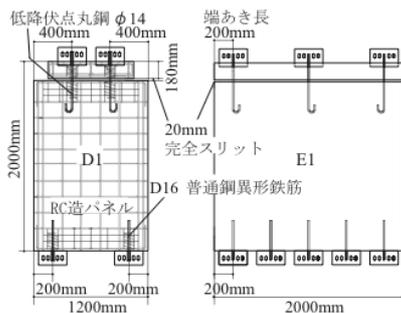


図1. 典型的な試験体の形状と配筋

2.2 実験方法

図2のように、面外拘束機能を有する四端ピンの剛強な鋼製の加力骨組を製作した。骨組内に試験体を設置し、静的漸増振幅繰返し水平載荷を行った。上梁の水平変位を試験体に与えた層間変形とみなした。層間変形角 R は、層間変形をRCパネルの高さ(2000mm)で除して求めた。加力は、初期振幅2.5mm($R=0.125\%$)の載荷を正負3サイクルずつ行った後、第2振幅は5mm($R=0.25\%$)の、第3振幅以降は5mm($R=0.25\%$)ずつ増加させた振幅にして、同様の繰返し載荷を行った。上梁の水平変位はレーザー変位計で、載荷した荷重は油圧ジャッキに取り付けたロードセルによって測定した。

3. 実験結果

3.1 試験体の破壊性状

試験体D2を除いて、RCパネルにひび割れは観察されなかった。ダウエル鉄筋は水平抵抗時、両端のコンクリートを圧壊させながら断面が減少、破断し

表1. 試験体諸元

試験体	パネル幅 mm	ダウエル鉄筋の仕様				
		上面		下面		側面 数-種類
		数-種類	L_h	数-種類	L_h	
D1	1200	2- $\phi 14$	400	2-D16	200	-
D2	1200	2- $\phi 14$	400	2-D16	200	2- $\phi 14$
D3	1200	4- $\phi 14$	200	3-D16	200	-
D4	1200	4- $\phi 14$	200	5-D16	200	-
E1	2000	3- $\phi 14$	200	5-D16	200	-
E2	2000	5- $\phi 14$	200	3-D16	200	-

表2. ダウエル鉄筋の材料特性

材料	強度		ヤング係数 N/mm ²	破断伸び %
	降伏 N/mm ²	引張 N/mm ²		
D16-SD345	402	592	2.27×10^4	16.8
$\phi 14$ -ELCH2	197	301	3.18×10^4	31.2

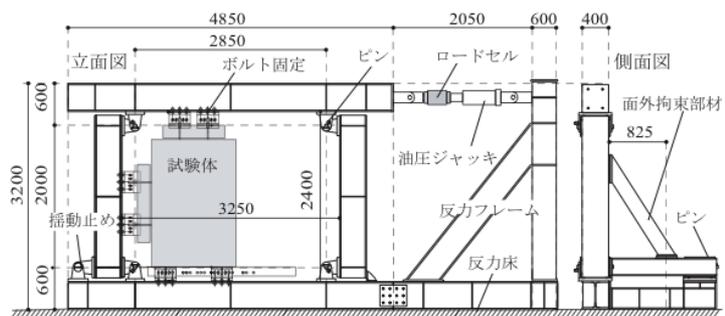


図2. 実験装置と試験体設置方法(単位:mm)

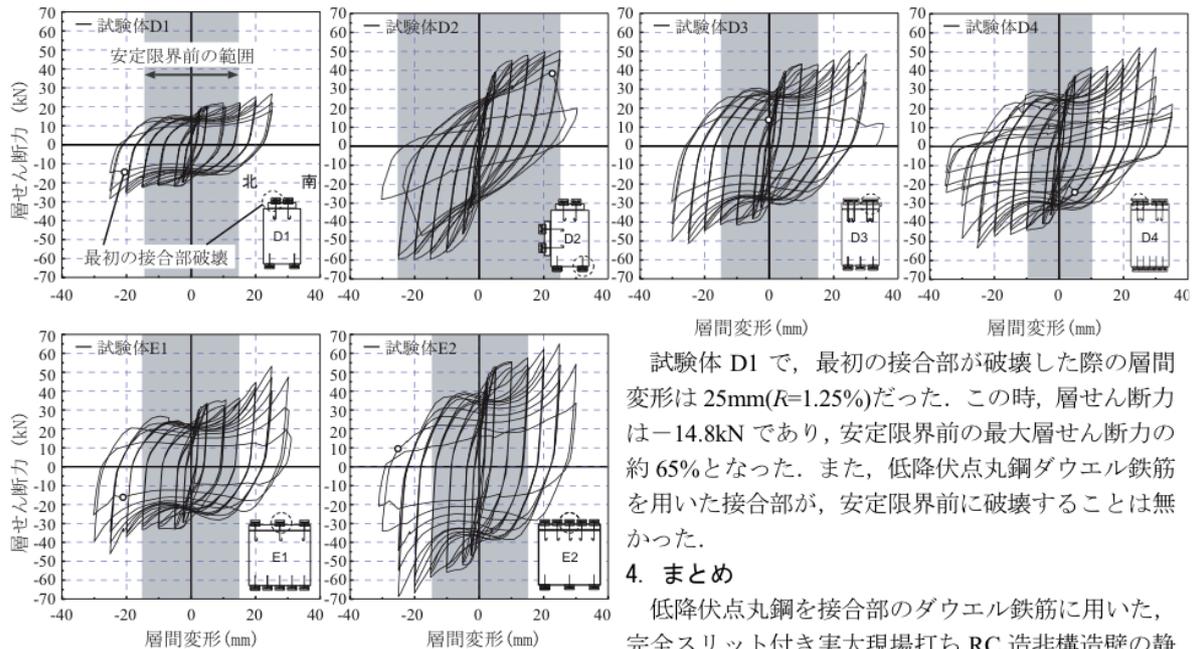


図 3. 層せん断力－層間変形関係

て破壊に至った。上面にのみダウエル鉄筋を持つ試験体(D1,D3,D4,E1,E2)では、RCパネルはほぼ不動で、上面スリットの低降伏点丸鋼ダウエル鉄筋が水平変位を吸収して破断した。側面にもダウエル鉄筋を持つ試験体 D2 では、次第に RC パネルの回転変位が大きくなり、下面の普通鋼ダウエル鉄筋が破断した。また、いずれの試験体も層間変形 25mm($R=1.25\%$)に頃から面外変形も顕著になった。

3.2 層せん断力－層間変形関係

得られた履歴曲線を図 3 に、実験結果を表 3 に示す。表と図中の安定限界とは、試験体の履歴曲線が安定したエネルギー吸収を表す紡錘形から逆 S 字形に変化する直前の状態を指し、最大のサイクルにおける振幅の大きさで呼ぶ。ダウエル鉄筋が普通鋼で、コンクリートへの埋込みも片側だったために変形能が低かった前回実験¹⁾ではこの現象は見られなかった。試験体 D1 の安定限界は 15mm (1 回目・サイクル番号 10・ $R=0.5\%$) だった。側面にもダウエル鉄筋がある試験体 D2 は 25mm、他の試験体は 10mm から 15mm であった。

安定限界前の最大層せん断力がもっとも大きかったのは、上面ダウエル鉄筋数が 5 本の試験体 E2 で、正負両側で 58kN 前後であった。これは上面ダウエル鉄筋数 2 本の試験体 D1 のおよそ 2.6 倍にあたる。2 番目に大きかったのは試験体 D2 で、負側は試験体 D1 の 2.6 倍程の 59.1kN、正側はそれより 15%程小さい 51.0kN であった。これは、負加力の際に側面ダウエル鉄筋が引張側になるためである。試験体 D3, D4 や E1 の最大層せん断力は、試験体 D2 や E2 と同様に、上面ダウエル鉄筋数にほぼ比例していた。

試験体 D1 で、最初の接合部が破壊した際の層間変形は 25mm($R=1.25\%$)だった。この時、層せん断力は -14.8kN であり、安定限界前の最大層せん断力の約 65%となった。また、低降伏点丸鋼ダウエル鉄筋を用いた接合部が、安定限界前に破壊することは無かった。

4. まとめ

低降伏点丸鋼を接合部のダウエル鉄筋に用いた、完全スリット付き実大現場打ち RC 造非構造壁の静的漸増振幅繰返し水平載荷実験を行い、以下の知見を得た。

- (1) 上面にのみダウエル鉄筋を持つ試験体の最大層せん断力は、履歴曲線が紡錘形の範囲内(層間変形角 $R=0.5\% \sim 0.75\%$)であれば、上面のダウエル鉄筋数にほぼ比例した。
- (2) ダウエル鉄筋に低降伏点丸鋼を用いると、小さい変形からエネルギー吸収が起り、変形追従性は向上した。

表 3. 試験体の強度と変形

試験体		最初の接合部破壊前		安定範囲内	
		最大 d	V kN	安定限界	最大 V kN
D1	+	25mm	-14.8	15mm(1 回目)	22.1
	-	#-18		#10	-22.7
D2	+	25mm	15.2	25mm(2 回目)	51.0
	-	#+18		#17	-59.1
D3	+	35mm	12.0	15mm(1 回目)	43.3
	-	#+22		#10	-41.7
D4	+	35mm	22.2	10mm(3 回目)	41.5
	-	#+22		#9	-44.2
E1	+	30mm	15.4	15mm(1 回目)	36.4
	-	#+21		#10	-33.2
E2	+	-30mm	-20.9	15mm(1 回目)	57.6
	-	#-20		#10	-58.7

※ただし、 V : 層せん断力 d : 層間変形 #: サイクル番号を表す

謝辞: 本実験は平成17年度国土交通省建設技術開発助成「制震機能内蔵型の次世代非構造部材の開発(研究代表者: 塩原等)」により実施された。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 大久保香織, Huseyin DARAMA, 田村和夫, 塩原等: ダウエル鉄筋で周辺骨組に接合されたプレキャストコンクリート非構造パネルの水平加力実験, 日本コンクリート工学協会年次論文集, Vol.1, 28, No. 2, 2006年7月, pp. 925-930

両側をコンクリートに埋め込んだダウエル鉄筋の復元力骨格曲線（その 1. 実験概要と破壊性状）

非構造部材 ダウエル鉄筋 復元力特性
間仕切壁 エネルギー吸収 完全スリット

正会員 ○今村 真之*
正会員 大久保 香織**
正会員 塩原 等***
正会員 楠原 文雄****
非会員 陳 周熠*

1. はじめに

鉄筋コンクリート造集合住宅などに使用される完全スリット付現場打ち方立て壁・袖壁などの非構造壁のスリット部には、面外脱落を防止するための接合筋が施されている。筆者らはこの接合筋に低降伏点丸鋼ダウエル鉄筋を用いることで、a) 複数の中小地震に対して鉄筋破断を防止し、b) 中小変形レベルから履歴エネルギー吸収による減衰効果を得ることができ、さらに c) 接合部への損傷集中によって構造部材が保護できるので、修復性能向上に役立つと考え、非構造壁の実大水平加力実験を実施してこれらを確認した¹⁾。また、非構造壁を構造骨組に上面で固定し、そこに普通異形鉄筋を十分に配置してロッキング変形を防止できれば、非構造壁の水平強度は水平スリット面のダウエル鉄筋の水平強度の和として推定が可能であることを確かめた。

本研究では、このような非構造の定量的な性能評価を利用できるように、低降伏点丸鋼ダウエル鉄筋要素の水平加力実験を行って、完全スリットの幅、ダウエル鉄筋径、材料強度を考慮した復元力特性の骨格曲線を推定する方法を検討した。「その 1.」では実験の概要を述べる。

2. ダウエル鉄筋 1 本の水平加力実験

2.1 試験体の概要

実験変数は、ダウエル鉄筋の直径 d_t (10, 12, 14, 16mm)、コンクリート強度 f_c (実強度で 24, 36, 60MPa)、完全スリットの幅 s (10, 20, 30mm) である。試験体は、全変数を組合せた 36 種類を各 1 体、計 36 体である。試験体の形状を図 1 に示す。スリット端部の切欠きは、試験体の抜出しを防止する治具を取付けるために設けた。コンクリートブロックの断面は 120mm 角の正方形で、全長は 500mm とした。ダウエル鉄筋の両端は 180 度フックで定着し、周囲をスパイラル筋で拘束した。試験体の名称は「E 鉄筋径 (mm)」+「s スリット幅 (mm)」の末尾にコンクリート強度を表す記号 L, M, H (この順で高強度) を付けたものとした。

使用材料の特性を表 1 と表 2 に示す。なお、各試験体のコンクリート強度は、実験実施日の材齢によって表中の材料強度を線形保補間して求めた。

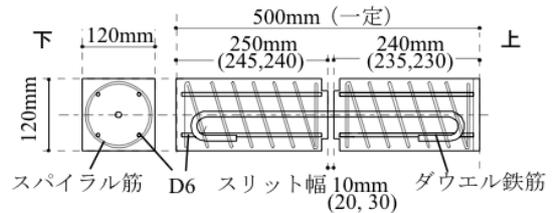


図 1. 典型的な試験体形状

表 1. コンクリートの材料特性一覧

種類-材齢	圧縮		引張強度 N/mm ²	ヤング係数 N/mm ²
	強度 N/mm ²	ひずみ %		
L-33	30.0	0.21	2.47	2.66×10 ⁴
L-46	30.6	0.18	2.58	2.75×10 ⁴
M-30	40.7	0.22	4.01	2.80×10 ⁴
M-39	42.4	0.23	3.32	3.03×10 ⁴
H-34	59.8	0.25	4.03	3.27×10 ⁴
H-41	67.7	0.28	4.43	3.39×10 ⁴

表 2. ダウエル鉄筋の材料特性

直径	ヤング係数 N/mm ²	降伏強度 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	破断伸び %
φ10	2.14×10 ⁵	191	289	—
φ12	2.07×10 ⁵	171	287	31.5
φ14	2.08×10 ⁵	197	301	31.2
φ16	2.12×10 ⁵	181	288	28.4

2.2 加力装置と設置方法

加力装置と試験体の設置方法を図 2 に示す。上部コンクリートブロックは加力骨組上梁と、下部は加力骨組下梁に固定した。まず、上部では治具 D (吊り下げ壁) を、下部では治具 B (穴位置調整プレート) を介して加力骨組と治具 A (拘束治具) を一体化した。そして治具 A を治具 C (ネジ PC 鋼棒) によって締め付けて試験体の側面で固定した。なお、コンクリートブロックは治具 A に取り付けた治具 F (抜出し止め) によって上下に移動しないようにした。したがって、試験体のダウエル鉄筋には変形に応じて引張軸力が生じることになる。

2.3 加力方法と測定方法

加力骨組上梁端に設置した油圧ジャッキによって上梁に水平変位を与え、上梁と一体化した上部コンクリート

ブロックを水平移動させることでダウエル鉄筋の上下に相対水平変位を与えた。この相対変位をダウエル水平変形 D_d (単位: mm) とした。加力は、一部を除いて静的漸増振幅単調载荷とした。試験体 E14L シリーズ (鉄筋径が 14mm でコンクリート設計強度が 24MPa のもの) 3 体だけは、初期振幅 2.5mm, 次振幅 5.0mm 以降は 5.0mm 刻みの漸増振幅繰返し载荷とした。

ダウエル水平変形の測定には、コンクリートブロックの東西面 2 箇所を設置した歪計を用い、その平均値を記録値とした。荷重は油圧ジャッキ先端のロードセルにより測定し、加力骨組の $P-\delta$ 効果を考慮して補正した。

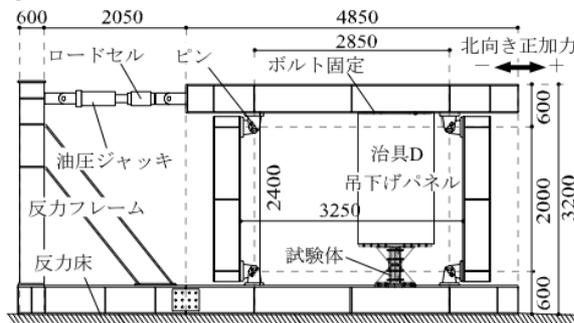


図 2. 加力装置と試験体設置方法

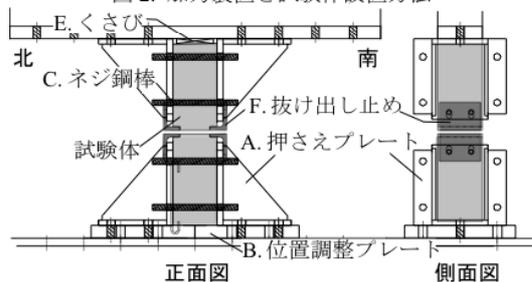


図 3. 試験体設置方法の詳細

3. 実験結果

3.1 破壊過程

単調载荷した試験体の破壊仮定は次のとおり。すなわち、(A)ダウエル鉄筋の降伏 (B)周辺コンクリート (圧縮状態側) のひび割れとせん断力の低下 (C) 周辺コンクリートひび割れと剥落・せん断力の上昇と低下の繰返し (D) 周辺コンクリートの剥落終了、ダウエル鉄筋のせん断力の直線的増大 (E) ダウエル鉄筋の引張破断、の 5 過程である (図 4)。

载荷直後は剛性がほぼ一定の弾性挙動を示し、水平変形が 0.5mm 前後で剛性がほぼゼロになる点 (鉄筋降伏点) があった。それ以前はコンクリートのひび割れは観察されなかった。降伏変形は、鉄筋降伏点で記録されたダウエル水平変形とした。その後グラフがほぼ平らな状態が続いた後、場合によってはひび割れが観察 (初期ひ

び割れ) され、再びせん断力が上昇し、その後顕著なせん断力の低下がひび割れと共に観察された (領域(B)端)。ダウエル鉄筋の形状は、領域(A)から(B)においては逆対称曲げを受けた時の変形形状に近かった。領域(C)では変形形状はほぼ直線状になり、周辺コンクリートとダウエル鉄筋との着が減って実質的なスリット幅が大きくなった。なお領域(C)以降のせん断力は、ダウエル鉄筋の一軸引張降伏力の水平成分とほぼ等しい。ここに、鉄筋傾き角度は写真による検討により評価した。ダウエル鉄筋周辺に発生したコンクリートのひび割れには、斜めのひび割れと南北 (加力) 方向のものがあり、いずれもコンクリートの支圧破壊が原因と考えられた。

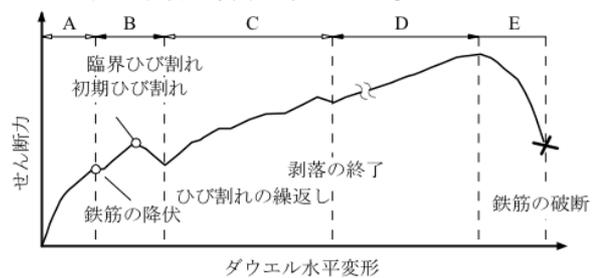


図 4. 破壊過程

3.2 破壊性状と実験変数

鉄筋降伏時のせん断力は、鉄筋径が大きいほど増大し、スリット幅が大きいほど小さくなり、コンクリート強度が大きいほど大きくなるが多かったが、シリーズ M と L の差はあまりなかった。スリットの影響は水平変形 20mm 程度までは明瞭だが、大きな変形レベルでは元のスリット幅の影響は判断しづらかった。

初期ひび割れが発生する水平変形は、鉄筋径が小さいほど大きかった。鉄筋が直線状になる領域 (領域 C または D) では、同じ水平変形レベルのせん断力と剛性は、鉄筋径が大きいほど増大した。また、E10, E12 シリーズと s30 シリーズでは領域(B)と(C)の区別がつかずらかった。

4. まとめ

接合部に低降伏点丸鋼ダウエル鉄筋を用いた完全スリット付現場打ち間仕切壁の、接合部のみを模擬した要素実験を行い、実験概要を報告した。「その 2.」では実験結果に基づき、ダウエル鉄筋の復元力特性の骨格曲線を提案する。

謝辞: 本実験は平成 18・19 年度国土交通省建設技術開発助成「制震機能内蔵型の次世代非構造部材の開発 (研究代表者: 塩原等)」により実施された。また、試験体の低降伏点丸鋼には株式会社神戸製鋼所のサンプル提供を受けた。ここに記して謝意を表す。

参考文献: (1) 大久保香織, 塩原等, 楠原文雄, 陳周燭: 完全スリット付実大現場打ち RC 造非構造壁の水平加力実験, コンクリート工学年次大会 2008 (投稿中)

両側をコンクリートに埋め込んだダウエル鉄筋の復元力骨格曲線（その2. 復元力骨格曲線の提案）

非構造部材 ダウエル鉄筋 復元力特性
間仕切壁 エネルギー吸収 完全スリット

正会員 ○大久保 香織*
正会員 塩原 等**
正会員 楠原 文雄***
正会員 陳 周熠****

1. はじめに

同題「その1」では、完全スリット付 RC 造非構造壁の接合部を模擬して両側をコンクリートに埋め込んだ低降伏点丸鋼ダウエル鉄筋のせん断実験を行い、破壊性状と復元力特性の骨格曲線を詳細に検討した。本報「その2.」ではその復元力骨格曲線を、完全スリットの幅、ダウエル鉄筋径、材料強度から推定することを試みる。

2. 復元力骨格曲線の概要

2.1 構成と骨格曲線の式

ダウエル鉄筋のせん断抵抗と変形の様子を模式的に図1に示す。ダウエル鉄筋は、水平変形 D_d が 2mm 程度の範囲内では、主にダボ作用によってせん断抵抗し¹⁾、水平変形が 10~15mm 程度を超えると、ダウエル鉄筋のせん断力はその軸方向力の水平成分で近似できるキンキング作用に変化することがわかった。そこで、図2に示す3折れ線からなる復元力骨格曲線を提案する。すなわち、骨格曲線は、(a) ダボ作用領域の2折れ線と (b) キンキング作用領域の直線からなる。ダボ作用領域は、ダウエル鉄筋の降伏点 ($V_d=Q_{sy}$, $D_d=\delta_{sy}$) を折れ点とし、せん断力が降伏強度 Q_{sy} 一定となる2折れ線であり、キンキング作用領域は直線で、始点はダボ作用線との交点 (δ_k , キンキング変形) とするが、交点が発生しない場合もある (図2(b))。この場合、ダボ作用線を鉄筋の降伏点を通して延長し、キンキング作用線との交点をキンキング変形とする。よって、せん断力 V_d と水平変形 D_d との関係は、式(1)~(3)で表される。

$$V_d = (Q_{sy} / \delta_{sy}) \times D_d, \quad 0 \leq D_d \leq \delta_{sy} \quad (1)$$

$$V_d = Q_{sy}, \quad \delta_{sy} \leq D_d \leq \delta_k \quad (2)$$

$$V_d = (T_{sy} \times \cos \theta_{40} - 40 \times K_{ave}) + K_{ave} \times D_d, \quad \delta_k \leq D_d \quad (3)$$

ここに、 $\cos \theta_{40}$: ダウエル水平変形 40mm の時の鉄筋傾斜角の余弦、 T_{sy} : 一軸引張降伏軸力、 K_{ave} : キンキング作用線の傾きとし、算出方法については後述する。

2.2 ダボ作用範囲

式(1)における降伏強度 Q_{sy} は、ダウエル鉄筋の曲げ降伏と、コンクリートの支圧破壊が同時であるものと仮定し

て式(4)のダウエル耐力の提案式¹⁾より求める。この時、図3(a)のように、ダウエル鉄筋の曲げモーメントは、接合面からヒンジ距離 a の点で最大となり、ダウエル鉄筋の全塑性曲げモーメント $M_p (= 0.17f_{sy}d_b^3)$ と等しいものとする。なお降伏時の水平変形 0.5mm 程度であって、十分小さいため、ダウエル鉄筋に作用する引張り軸力の影響は無視する。すなわち、軸力による M_p の低減は行わない。

$$Q_{sy}^2 + (10f_{cc} \cdot s/2 \cdot d_b) \cdot Q_{sy} - 1.7 \times d_b^4 \cdot f_{cc} \cdot f_{sy} = 0 \quad (4)$$

ここに、 f_{cc} : コンクリートの圧縮強度、 s : スリット幅、 d_b : ダウエル鉄筋径、 f_{sy} : ダウエル鉄筋の降伏強度とする。コンクリートの支圧強度はコンクリート圧縮強度 f_{cc} の5倍とした。

鉄筋降伏時の水平変形 (降伏変形) δ_{sy} は、実験値を用いることにした。低降伏点鋼は一般に明瞭な降伏点を持つ

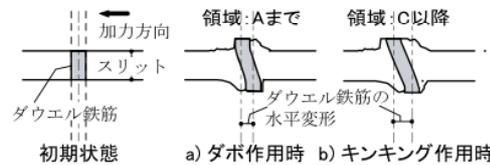


図1. ダウエル鉄筋のせん断抵抗の種類

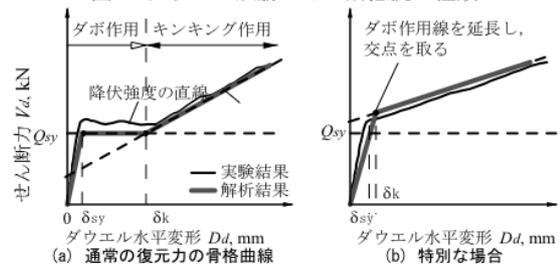


図2. ダウエル鉄筋の復元力骨格曲線

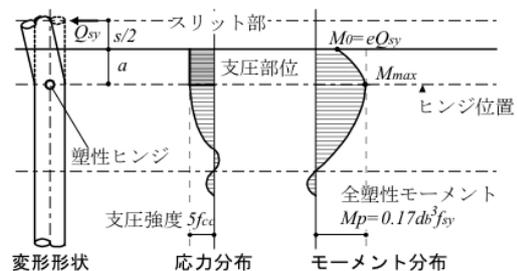


図3. ダボ作用のメカニズム

たないうえ、理論式から推定される降伏変形は実験値の10分の1以下だった。ゆえにダウエル鉄筋断面の降伏が大変微小な変形で始まっており、全断面降伏に至るまでのすべり量である降伏変形を評価することは、実験の測定間隔の粗さを考慮すると困難であった。

2.3 キンキング作用範囲

キンキング作用線を表す式(3)における剛性 K_{ave} は、後述のように式(9)で算出する。これは、以下に述べるように実験結果を検討して定めたものである。 $D_d=10\text{mm}$ 以降、ダウエル鉄筋周辺のコンクリートが剥落してスリット幅が設計より広がって行き、水平変形 D_d の時のせん断力 V_{Dd} がダウエル鉄筋の傾斜角 θ_{Dd} (水平線基点、時計回り正)の余弦に降伏軸力 T_{sy} を乗じてほぼ表現できることが実験的に確認できた(図4, 式(6), 式(7))。

$$\cos\theta_{Dd} = D_d / \sqrt{D_d^2 + s_e^2} \quad (6)$$

$$V_{Dd} = T_{sy} \times \cos\theta_{Dd} \quad (7)$$

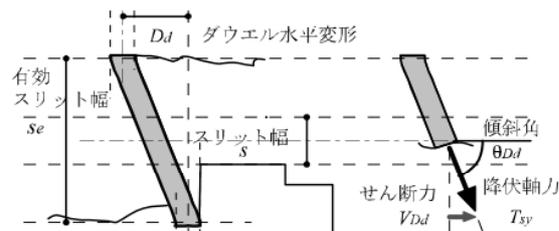


図4. キンキング作用のメカニズム

実験では、スリット幅 s_e (有効スリット幅) は、次第に大きくなっていった。そこで、元のスリット幅 s との比を k_e として、実験結果から評価し、 $D_d=10\text{mm}$ の際の $_{10}k_e$ は、実験から式(8)のように定めた。

$$_{10}k_e = 0.114 \times d_b - 0.78 + 0.46 \cdot (30 - s) / 10 + C_0 \quad (8)$$

ここに、補正定数項 C_0 は、スリット幅が 10mm で鉄筋径が 14mm と 16mm の試験体でのみ、各々 0.7 と 1.0 とする。 $D_d=10\text{mm}$ 以外の場合は、これ $_{10}k_e$ を基本とし、 $D_d=20\text{mm}$ のときは $_{20}k_e=1.3_{10}k_e$ 、 $D_d=40\text{mm}$ で $_{40}k_e=1.9_{10}k_e$ とする。このようにして、 K_{ave} を次のように定めた。

$$K_{ave} = T_{sy} \times \frac{\cos\theta_{40} - \cos\theta_{10}}{40 - 10} \quad (9a)$$

$$K_{ave} = \text{average} \left(T_{sy} \times \frac{\cos\theta_{40} - \cos\theta_{10}}{40 - 10}, T_{sy} \times \frac{\cos\theta_{20} - \cos\theta_{10}}{20 - 10} \right) \quad (9b)$$

ここに、鉄筋径 $d_b=14\text{mm}$, 16mm の場合は $D_d=10\text{mm}$ から 40mm の区間の剛性として式(9a)で、 $d_b=10\text{mm}$, 12mm の場合は $D_d=10\text{mm}$ から 40mm の区間および $D_d=10\text{mm}$ から 20mm の区間の剛性の平均値として式(9b)で求めている。これは、鉄筋径が小さいものはスリットの拡大が徐々に

起こったこと、逆に鉄筋径が大きいものは変化が激しかったことを踏まえた結果である。

3. 実験結果と復元力骨格曲線との比較

3.1 せん断力の比較

図5に実験結果と復元力の骨格曲線の計算値を比較して示す。図中右下は試験体固有の値で、 f_c : コンクリートの圧縮強度、 f_{sy} : 鉄筋の降伏強度とし、降伏強度、降伏変形、ヒンジ位置を併記した。せん断力は、スリット幅が 20mm の試験体ではほとんどが、計算値は実験値のやや安全側となった(図5)。また、鉄筋径が 10mm や 12mm の時には、図2(b)のような形状になること(E10s30L), 14mm や 16mm の時は図2(a)のような3折れ線になること(E16s20L)も再現された。ただし、スリット幅 $s=10\text{mm}$ で鉄筋径 $d_b=16\text{mm}$ の時(E16s10L)はダボ作用線の降伏強度が、 $s=30\text{mm}$ で $d_b=10\text{mm}$ の時(E10s30L)はキンキング作用線がそれぞれ危険側に計算された。

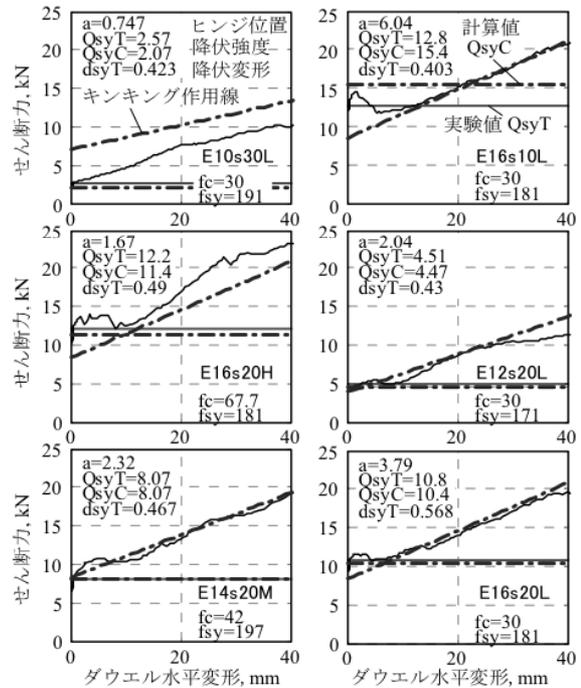


図5. 復元力骨格曲線と実験結果の比較

4. まとめ

完全スリット付き非構造壁の接合部を模擬したダウエル鉄筋のせん断実験を行い、水平変形が 40mm までの範囲での3折れ線の復元力曲線を提案した。その特異点を材料強度と実験結果より定める方法を提案し、その有効性を確認した。

参考文献: (1) E.N. Vintzeleou, T.P. Tassios, "Mathematical models for dowel action under monotonic and cyclic conditions", Magazine of Concrete Research, Vol. 38, No. 134, March 1986, pp. 13-22