

論文 低強度コンクリートが使用された開口耐震壁のせん断破壊性状に及ぼす反曲点高さ比の影響

田中 準一*1・張 苾博*2・三島 直生*3・畑中 重光*4

要旨: 本研究では、低強度コンクリートが用いられた開口耐震壁の耐力および変形特性に対する反曲点高さ比の影響を実験により調べた。その結果、反曲点高さ比が大きくなると、普通強度、低強度ともに無開口耐震壁試験体は曲げ応力度の大きい壁脚部の領域が破壊に至るが、有開口試験体ではほぼ高さ中央部で破壊し、反曲点高さ比の影響はあまり見られなかった。普通強度コンクリートを用いた試験体は、有開口、無開口ともに修正荒川 mean 式を適用した場合に、一方、低強度コンクリートを用いた試験体では、有開口、無開口ともに修正荒川 mean 式に山本提案式を適用した場合に、実験値/計算値が 1.0 を上回る結果となった。

キーワード: 低強度コンクリート、有開口耐震壁、せん断耐力、反曲点高さ比、等価開口周比

1. はじめに

既存鉄筋コンクリート (RC) 造建築物の耐震診断および耐震補強設計を行う際に、通常はコンクリートの圧縮強度を調査する。その調査結果から、1970 年代前半の高度経済成長期におけるコンクリートの効率優先の量産体制や粗製乱造などで、圧縮強度が設計基準強度に達していないなど、品質の悪い構造物が存在していることが明らかになってきた¹⁾²⁾。一方で、日本建築防災協会の耐震診断基準³⁾および耐震改修指針⁴⁾では、コンクリート構造物のコンクリートの最低圧縮強度を 13.5N/mm²とし、それ未満のものについては基本的には耐震補強の対象外としている。

しかしながら、コンクリートの最低圧縮強度 13.5N/mm²が必ずしも力学的な根拠から決定されたものではないこと⁵⁾⁶⁾から、コンクリート強度が 13.5N/mm²未満であっても適切な補強を施せば、耐震性を確保できる可能性があると考えられる。

これに対して、日本コンクリート工学会中国支部において、低強度コンクリートに関する特別研究委員会が設置され、耐震診断および補強に関する研究が行われた⁷⁾。しかし、低強度コンクリート部材の構造性能に関する研究は、まだ少ないのが現状である。

本研究では、圧縮強度が 13.5N/mm²未満のコンクリートを低強度コンクリートと定義し、低強度コンクリート構造物の耐震診断および耐震補強の可能性を明らかにすることを目的としている。

2. 既往の研究

本研究ではこれまでに、低強度コンクリートが用いられた RC 柱⁸⁾・無開口⁹⁾および有開口耐震壁¹⁰⁾に対する

実験的な検討を行ってきた。RC 柱に関する実験では、低強度コンクリートの破壊の特徴としては、せん断破壊する場合、ひび割れが分散して細かなひび割れが多数発生し、また、破壊形式を問わず、付着割裂ひび割れが発生することを確認した⁸⁾。また、無開口耐震壁に対する実験結果からも、同様の破壊の特徴を確認し、耐力算定式の適用性としては、低強度コンクリートを用いた場合には、既往のせん断耐力算定式を用いると過大評価となり、その対応策として、既往のせん断耐力式にコンクリート強度に応じた低減係数を乗じる山本提案式¹¹⁾を用いることで適切に評価できることを確認している⁹⁾。しかし、現時点で低強度コンクリートが用いられた無開口および有開口耐震壁に対する反曲点高さ比の影響に関しては不明なままであった。

そこで、本報では、低強度コンクリートが用いられた無開口および有開口耐震壁の耐力および変形特性に対する反曲点高さ比の影響を実験により明らかにし、既往の耐力式の適用性および低強度コンクリートに対して示された既往の研究報告との整合性に関して検討する。

3. 実験方法

3.1 要因および水準

表-1 に実験の要因および水準を示す。本実験では、実験装置の大きさに合わせたため、試験体実大の 1/5 スケールとしている。コンクリートの圧縮強度は 7, 21 (N/mm²) の 2 水準とし、反曲点高さ比 (図-1) を 0.5, 1.0 (低強度有開口試験体のみ作製)、1.5 の 3 水準 (このうち、反曲点高さ比 0.5 の試験体は既報⁹⁾¹⁰⁾で報告した試験体)、開口は、耐力を評価する上で基準となる無開口に加え、開口周比³⁾が 0.4 となる様に、壁中央に 1 つ、

*1 株式会社 エスパス建築事務所 工修 (正会員)

*2 三重大学大学院 工学研究科建築学専攻 (学生会員)

*3 三重大学大学院 工学研究科建築学専攻准教授 博士 (工学) (正会員)

*4 三重大学大学院 工学研究科建築学専攻教授 工博 (正会員)

または柱ぎわに2つの、3水準とした。なお、本報の試験体は上下梁が、柱、壁に対し充分大きな剛性と強度を確保していることを考慮し、柱の内法高さを壁高さともなして開口周比を算定した。

コンクリートの圧縮強度は水セメント比(W/C)を変化させることで調整し、適切なワーカビリティを得るために、 $F=7\text{N/mm}^2$ のコンクリートについては既往の研究¹²⁾を参考にセメントの一部を石灰石微粉末で置換した。

3.2 試験体の概要

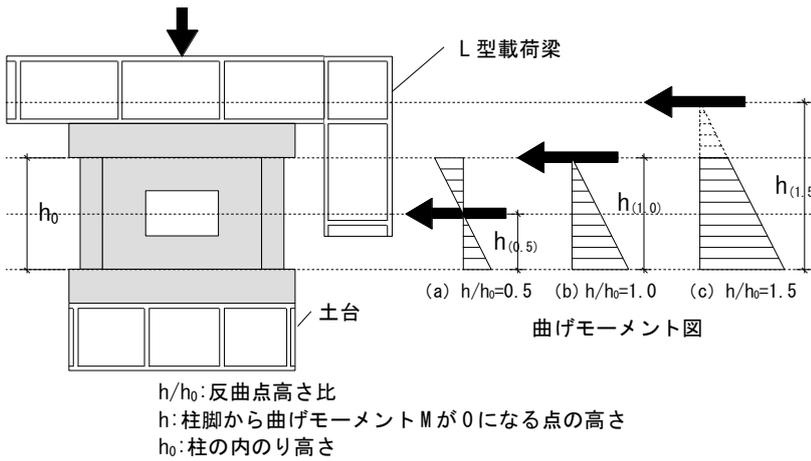
表-2に鉄筋の諸性状を、表-3に使用したコンクリートの調合表を、表-4に試験体諸元を、図-2に試験体寸法および配筋図の例を示す。

試験体は3階建てRC事務所建築の1階部分を想定している。柱は $100\text{mm}\times 100\text{mm}$ の正方形断面とし、壁厚さは 40mm とした。骨材も1/5スケールとしているため、試験体は骨材の最大寸法を 5mm とするコンクリート(モルタル)を用いて作製した。柱の主筋は4-D6、せん断補強筋は $\phi 3.2@60$ 、壁筋は $\phi 2.6@50$ の溶接金網、開口補強

筋は $2-\phi 6$ を用いている。上下梁は柱、壁に対して十分大きな剛性と強度を確保するため、 $250\text{mm}\times 150\text{mm}$ の長方形断面としており、主筋は4-D13、せん断補強筋は $\phi 6$ を用いている。また、荷重フレームとRC製荷重梁の定着のために、打設時に長ナットを埋め込んだ。

3.3 実験方法

本実験では、「2001年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準同解説」における、耐震診断2次診断を想定し、開口耐震壁の要素試験と位置付けた実験を行った。加力方法は、柱および壁に 2N/mm^2 の軸力を与え、これを維持しながら、オイルジャッキにより静的漸増繰り返し水平荷重を行った。荷重位置は柱高さの $1/2$ ($h/h_0=0.5$, 図-1(a)), $2/2$ ($h/h_0=1.0$, 図-1(b)), および $3/2$ ($h/h_0=1.5$, 図-1(c))に変化させた。なお、 $h/h_0=1.0, 1.5$ の荷重時には、L型荷重梁のパンタグラフを解除して実験を行った。荷重プログラムは、 $1/2000, 1/1000, 1/500, 1/250, 1/125, 1/100, 1/50, 1/30\text{rad}$ の順に正負荷重を1回ずつ繰り返した。ただし、軸力支持能



h/h₀:反曲点高さ比
h:柱脚から曲げモーメントMが0になる点の高さ
h₀:柱の内り高さ

図-1 反曲点高さ比の定義および試験装置の概要

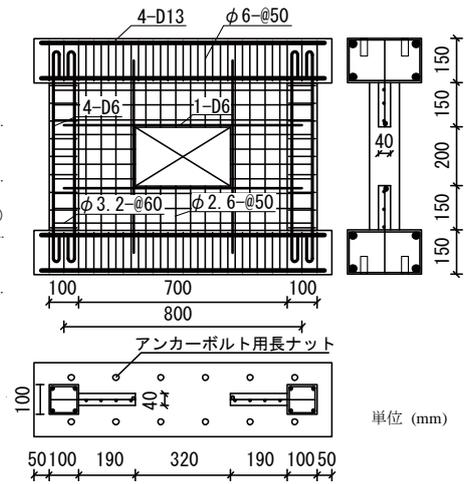


図-2 試験体寸法および配筋図

表-1 要因および水準

要因	水準
目標強度 [N/mm ²]	7, 21
反曲点高さ比 (h/h ₀)	0.5 ⁹⁾ , 1.0 ¹⁰⁾ , 1.0*, 1.5
開口位置(数)	無し、壁中央(1個)、柱ぎわ(2個)

[注] *: 低強度有開口試験体のみ作製。

表-2 鉄筋の諸性状

呼び名	降伏点 [N/mm ²]	ヤング係数 [N/mm ²]
D6	481.3	2.19×10^5
$\phi 3.2$	654.4	1.88×10^5
$\phi 2.6$	643.5	1.67×10^5

表-3 コンクリートの調合

F _c (N/mm ²)	W/C (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	P (kg/m ³)	S (kg/m ³)
7	129	262	204	234	1638
21	60		438	-	

[注] F_c:設計基準強度, W/C:水セメント比, W:単位水量,

C:単位セメント量, P:単位石灰石微粉末量, S:単位細骨材量

表-4 試験体諸元

試験体名	目標強度 [N/mm ²]	反曲点 高さ比 (h/h ₀)	軸力 [N/mm ²]	柱			壁			梁・土台				
				断面寸法 [mm]	主筋	せん断 補強筋	壁厚 [mm]	壁筋	開口位置	開口数 [個]	縦横開口 補強筋	断面寸法 [mm]	主筋	せん断 補強筋
低強度	7	0.5	2	100×100	4-D6 Pt=0.63%	$\phi 3.2-\text{@}60$ Pw=0.27%	40	縦横共 $\phi 2.6-\text{@}50$ Ps=0.27%	-	-	-	250×150	4-D13 Pt=0.68%	$\phi 6-\text{@}50$ Pw=0.19%
		1.5												
		0.5												
		1.0												
		1.5												
		0.5												
		1.0												
1.5														
普通強度	21	0.5	2	100×100	4-D6 Pt=0.63%	$\phi 3.2-\text{@}60$ Pw=0.27%	40	縦横共 $\phi 2.6-\text{@}50$ Ps=0.27%	-	-	-	250×150	4-D13 Pt=0.68%	$\phi 6-\text{@}50$ Pw=0.19%
		1.5												
		0.5												
		1.5												
		0.5												
		1.5												
		0.5												
1.5														

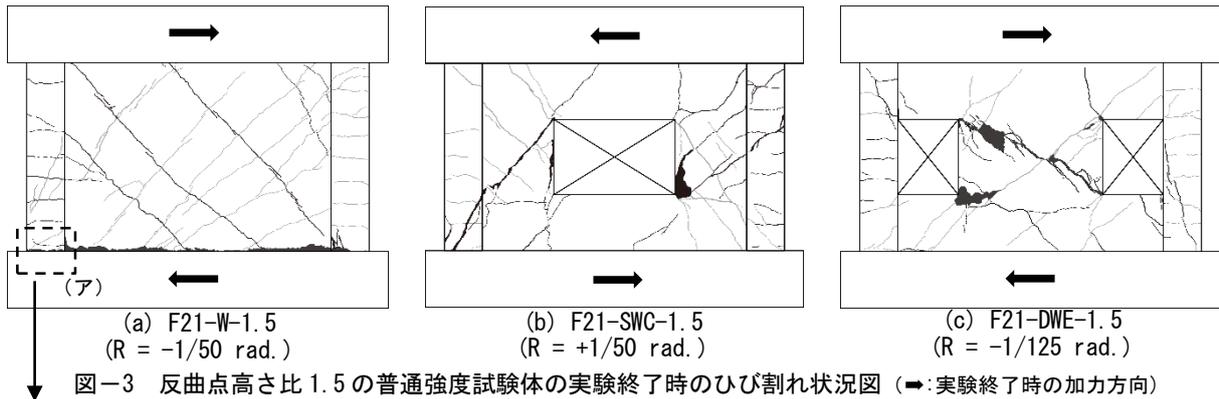


図-3 反曲点高さ比 1.5 の普通強度試験体の実験終了時のひび割れ状況図 (→:実験終了時の加力方向)

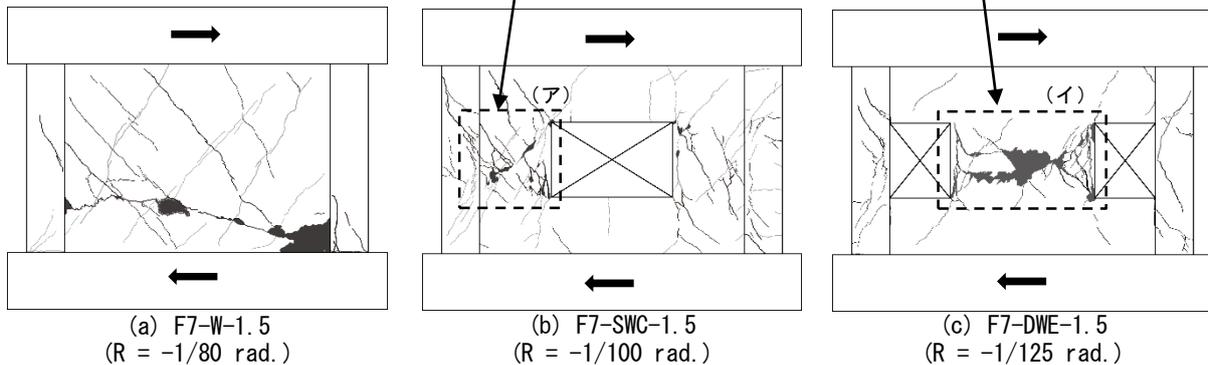
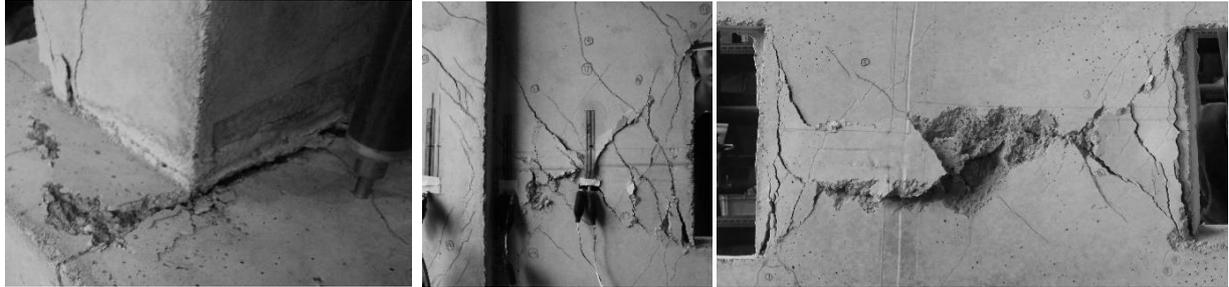


図-4 反曲点高さ比 1.5 の低強度試験体の実験終了時のひび割れ状況図 (→:実験終了時の加力方向)

力を失った時点で、載荷を終了した。ジャッキ頭部のロードセルで荷重を測定し、レーザー変位計および接触型変位計により、上下梁の水平変位、下梁およびL型載荷梁の鉛直変位を測定した。設定した各変形角ごとに載荷を一時停止し、ひび割れ状況を記録した。また、1/5 縮小モデル試験体の打設と同時に、圧縮強度試験のためのφ50×100mmの円柱試験体も作成した。

4. 実験結果および考察

4.1 ひび割れの進展と破壊状況

(1) 反曲点高さ比 1.5 の試験体 (記号-1.5)

1) 全体

図-3(a)~(c)に、普通強度コンクリートを用いた反曲点高さ比 $h/h_0 = 1.5$ の試験体 (以下、普通強度試験体と記す) の実験終了時におけるひび割れ状況を、図-4(a)~(c)に低強度コンクリートを用いた $h/h_0 = 1.5$ の試験体 (以下、低強度試験体と記す) の実験終了時におけるひび割れ状況を示す。なお、 $h/h_0 = 0.5$ の試験体の実験結果については、既報^{9) 10)}を参照されたい。図-3 および図

4 から分かるように、本実験における $h/h_0 = 1.5$ の試験体は、 $h/h_0 = 0.5$ の場合と同様に、コンクリートの強度レベル、開口の有無、位置および数によらず、すべてせん断破壊した。本研究における各試験体のせん断余裕度(表-5 参照)は、普通強度試験体で 0.3~0.9、低強度試験体で 0.2~0.7 となり、破壊モードは一致した。しかし、詳細にみると、普通強度有開口試験体 (図-3 (b), (c)) では、1 本の大きなひび割れが発生したのに対し、低強度有開口試験体 (図-4 (b), (c)) は、柱の主筋に沿って付着ひび割れが発生し、柱および壁の全体に細かなひび割れや圧壊 (図-4 中の (ア), (イ)) が発生した。これは、既往の研究^{9) 10)}においても報告されている低強度コンクリートを用いた構造体に広く見られる特徴であり、せん断ひび割れ発生後の圧縮束が圧縮破壊しやすくなることが一因と考えられる。

$h/h_0 = 1.5$ の場合、すべての試験体で $R = -1/500\text{rad}$ までに壁板にせん断ひび割れが、柱の上下端部に曲げひび割れが発生した。

2) 無開口試験体 (W-1.5)

その後、普通強度の無開口試験体 F21-W-1.5 (図-3(a)) では、変形が進むにつれ壁板のせん断ひび割れの数が増加し、 $R = +1/125\text{rad}$ 以降、柱の曲げひび割れの数が増加するとともに、柱脚で引抜き (図-3 中の(ア)) が生じた。その後、壁板のせん断ひび割れが下梁と壁板の境界の曲げひび割れまで達し、 $R = +1/50\text{rad}$ 付近で壁板のせん断破壊、下梁との界面でのスリップ破壊がそれぞれ見られた。

低強度の無開口試験体 F7-W-1.5 (図-4 (a)) でも変形が進むにつれ壁板のせん断ひび割れが増加したが、普通強度試験体と比較すると短いひび割れが多数見られた。 $R = +1/250\text{rad}$ 以降、壁板のせん断ひび割れが急激に増加・拡大していき、 $R = -1/125\text{rad}$ 以降、壁板に水平方向のひび割れが生じ、壁板隅部や水平方向の複数個所でコンクリートの圧壊・剥落が見られた。引張側柱の引き抜きも発生した。

3) 中央有開口試験体 (SWC-1.5)

普通強度の中央有開口試験体 F21-SWC-1.5 (図-3 (b)) では、 $R = +1/250$ 以降、変形が進むにつれて開口横の壁板にせん断ひび割れが増加するとともに、柱に曲げひび割れが発生した。 $R = +1/125\text{rad}$ 以降、開口部分から柱端部にかけて1本の大きなせん断ひび割れが進展・拡大し、破壊に至った。

低強度の中央有開口試験体 F7-SWC-1.5 (図-4 (b)) でも、無開口試験体と同様に、普通強度有開口試験体と比較すると短いひび割れが多数見られた。 $R = +1/100\text{rad}$ 以降、複数のせん断ひび割れにより、開口横の壁板全体で圧壊に至った (図-4 (b) 中の(ア))。

4) 柱ぎわ有開口試験体 (DWE-1.5)

柱ぎわ有開口試験体 (DWE) も、無開口 (W) および中央有開口試験体 (SWC) と同様に、低強度試験体 (図-3 (c)) と普通強度試験体 (図-4 (c)) を比較すると、短いひび割れが多数見られ、開口横の壁板中央で圧壊・剥落が見られた (図-4 (c) 中の(イ))。

(2) 反曲点高さ比 $0.5^{9), 10)}$ および 1.0 の試験体との比較

反曲点高さ比 $h/h_0 = 1.0$ の試験体の結果は、 $h/h_0 = 1.5$ の試験体とほぼ同様であり、ここでの考察は省略する。

既報¹¹⁾によれば、 $h/h_0 = 0.5$ の場合、破壊は全ての試験体で高さ中央部で生じた。一方、本実験の無開口試験体 ($h/h_0 = 1.5$) では、曲げ応力度が大きい柱脚部および壁板下部で破壊に至った。有開口試験体 ($h/h_0 = 1.0, 1.5$) では、本実験の範囲においては、 $h/h_0 = 0.5$ の試験体と同様に、破壊状況・位置は高さ中央部で生じており、反曲点高さ比の影響はあまり見られなかった。これは、本報の有開口試験体では、曲げ強度と比較して、せん断強度が十分に低いため、反曲点高さ比の影響が明確に現れなかったものと考えられる。但し、反曲点高さ比がより大

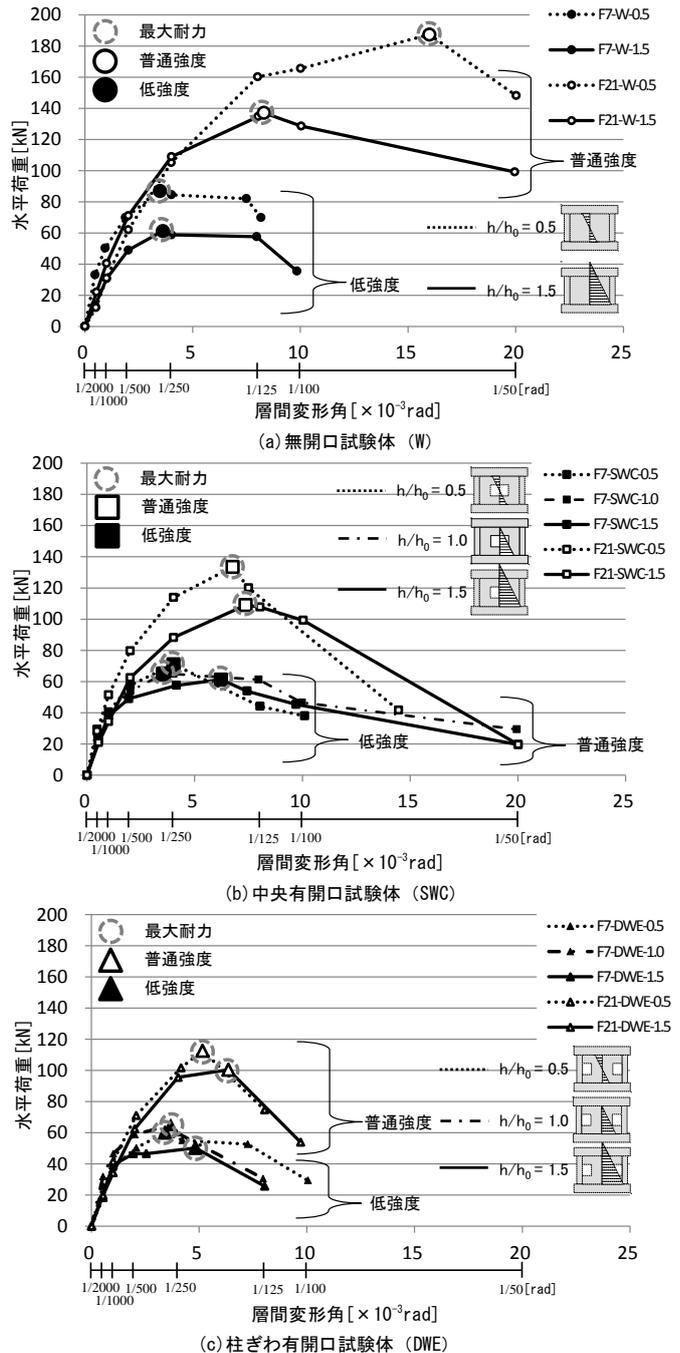


図-5 水平荷重-層間変形角関係

きい場合には、無開口試験体と同様に、曲げ応力度が大きい領域で曲げひび割れが進展して破壊に至る可能性がある。

4.2 水平荷重-層間変形角関係および破壊過程

図-5に、反曲点高さ比 $h/h_0 = 0.5, 1.0$ および 1.5 の試験体の水平荷重-層間変形角関係の包絡線を示す。なお、包絡線は、各試験体における載荷履歴曲線の第1, 3象限のうち大きい方を示した。普通強度および低強度の有開口試験体 (□■, △▲) について、最大荷重時の層間変形角における反曲点高さ比の影響はあまり明確には見られなかった。一方で、普通強度の無開口試験体 (○) を比

表-5 最大耐力に対する実験値および計算値一覧

試験体名	モルタル 圧縮強度 [N/mm ²]	実験値 [kN]	山本提案 式 ¹¹⁾ による 低減率 k _r	開口低減率 γ _r 耐震診断基準 ³⁾	せん断余裕度 Q _{su2} ³⁾ /Q _{su} ³⁾	せん断耐力								
						大野荒川min式 ³⁾		修正荒川mean式 ³⁾		大野荒川min式+山本提案式 ¹¹⁾		修正荒川mean式+山本提案式 ¹¹⁾		
						計算値 [kN]	実験値/ 計算値	計算値 [kN]	実験値/ 計算値	計算値 [kN]	実験値/ 計算値	計算値 [kN]	実験値/ 計算値	
低強度	F7-W-0.5	6.3	86.9	0.6	-	0.2	85.7	1.01	98.6	0.88	51.2	1.70	58.9	1.48
	F7-W-1.5	4.8	61.2	0.5	-	0.7	83.5	0.73	95.6	0.64	42.8	1.43	49.0	1.25
	F7-SWC-0.5 ¹⁰⁾	8.1	71.0	0.7	-	0.2	54.2	1.31	62.6	1.13	37.8	1.88	43.7	1.63
	F7-SWC-1.0	6.9	64.9	0.6	-	0.3	52.0	1.25	59.9	1.08	32.9	1.98	37.9	1.71
	F7-SWC-1.5	6.6	61.2	0.6	-	0.4	51.7	1.18	59.5	1.03	31.7	1.93	36.5	1.68
	F7-DWE-0.5 ¹⁰⁾	5.9	61.2	0.6	0.6	0.2	52.3	1.17	59.9	1.02	30.0	2.04	34.4	1.78
	F7-DWE-1.0	5.7	64.9	0.6	-	0.3	50.9	1.28	58.4	1.11	28.6	2.27	32.8	1.98
F7-DWE-1.5	8.4	50.2	0.7	-	0.5	53.3	0.94	61.7	0.81	38.1	1.32	44.1	1.14	
普通強度	F21-W-0.5 ⁹⁾	26.3	187.3	-	-	0.4	116.1	1.61	139.7	1.34	-	-	-	-
	F21-W-1.5	22.7	137.1	-	-	0.9	110.1	1.25	131.7	1.04	-	-	-	-
	F21-SWC-0.5 ¹⁰⁾	31.0	133.5	-	-	0.3	74.7	1.79	90.3	1.48	-	-	-	-
	F21-SWC-1.5	29.9	109.0	-	0.6	0.7	72.5	1.50	87.8	1.24	-	-	-	-
	F21-DWE-0.5 ¹⁰⁾	25.9	112.7	-	-	0.3	70.1	1.61	84.1	1.34	-	-	-	-
	F21-DWE-1.5	22.5	107.8	-	-	0.6	65.9	1.64	78.8	1.37	-	-	-	-

【注】 : 比較的適切に評価できた計算値

* 曲げ終局強度式³⁾

$$Q_{mu} = M_u/h$$

$$M_u = a_t \cdot \sigma_{sy} \cdot L_W + 0.5 \sum (a_{wy} \cdot \sigma_{wy}) \cdot L_W + 0.5N \cdot L_W \quad (1)$$

* 大野・荒川 min 式³⁾

$$Q_{su1} = \left\{ \frac{0.053 p_{te}^{0.23} (18 + F_c)}{M/(Q \cdot L) + 0.12} + 0.85 \sqrt{P_{se} \cdot \sigma_{wy} + 0.1 \sigma_{oe}} \right\} \cdot b_e \cdot j_e \quad (2)$$

* 修正荒川 mean 式³⁾

$$Q_{su2} = \left\{ \frac{0.068 p_{te}^{0.23} (18 + F_c)}{\sqrt{M/(Q \cdot L) + 0.12}} + 0.85 \sqrt{P_{se} \cdot \sigma_{wy} + 0.1 \sigma_{oe}} \right\} \cdot b_e \cdot j_e \quad (3)$$

* 山本提案式¹¹⁾ (梁・柱)

$$Q_{su}' = k_r \cdot Q_{su}$$

$$k_r = 0.244 + 0.056 F_c \quad (\text{ただし, } k_r \leq 1.0) \quad (4)$$

※圧縮強度が約 6N/mm²~12N/mm² の試験体の実験結果に基づく。

【記号】

- a_t: 側柱主筋の全断面積
- σ_{sy}: 側柱主筋の降伏強度
- L_w: 両側柱の中心間距離
- a_{wy}: 壁縦筋の全断面積
- N: 当該壁に取り付く柱の全軸力
- P_{se}: 等価引張鉄筋比
- F_c: コンクリート圧縮強度
- L: 壁の全長
- M/(Q・L): せん断スパン比
- P_{se}: 等価横筋比
- σ_{wy}: 横筋の降伏強度
- σ_{oe}: 柱軸方向応力度
- b_e: 等価壁厚
- j_e: 応力中心間距離

較すると、h/h₀=0.5 の試験体の最大耐力時の層間変形角は、h/h₀=1.5 の試験体より大きくなった。これは、h/h₀=1.5 の試験体がスリップ破壊したため、より脆性的な挙動を呈したことが原因と考えられる。

h/h₀=1.5 の試験体 (実線—) の最大耐力は、有開口 (■, △▲), 無開口 (○●) とともに h/h₀=0.5 の試験体 (点線……) のものを下回る結果となり、h/h₀=1.0 の試験体 (破線---) を含め、概ね、反曲点高さ比が大きいくほど、最大耐力が小さくなる傾向が見られた。既往のせん断耐力算定式(表-5式(2),(3))とも対応することから、反曲点高さ (h=M/Q) による影響と考えられる。

低強度の有開口試験体 (■▲) は、普通強度の有開口試験体 (□△) と比較して、最大耐力が小さいが、最大耐力後の耐力低下が若干緩やかであり、靱性的な挙動を示した。

4.3 耐力評価式による計算値と実験値の比較

表-5 に、耐震診断基準による開口低減率 γ³⁾ を用いて算定を行った水平耐力の計算値および実験結果の一覧を示す。

算定式として、耐震診断において使用されている大野・荒川 min 式³⁾、その平均値を示す修正荒川 mean 式³⁾、低強度試験体には、これらに加えて、低強度コンクリート梁・柱に対して提案されている (コンクリート強度に応じた低減係数を乗じる) 山本提案式⁹⁾を用いた。なお、低強度コンクリート耐震壁の耐力算定式はないため、ここでは便宜上、山本提案式⁹⁾を耐震壁に適用し、その可

普通強度: 修正荒川 mean 式³⁾
低強度: 修正荒川 mean 式³⁾+山本提案式¹¹⁾

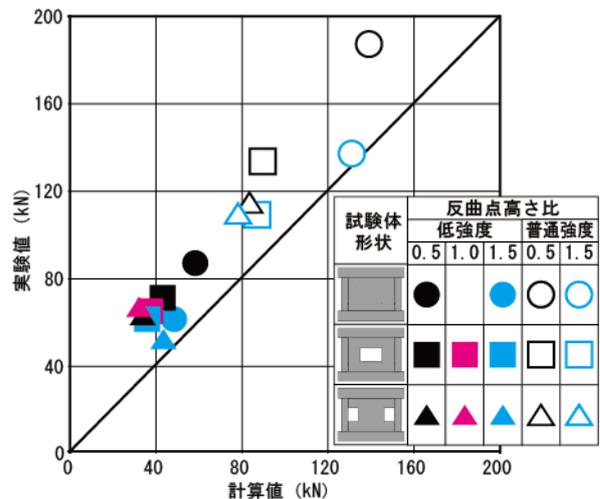


図-6 最大耐力の実験値と計算値の比較

能性を検討した。なお、本報の h/h₀=0.5, 1.0, 1.5 の各試験体のせん断スパン比はそれぞれ 0.3, 0.6, 0.8 となるため、せん断耐力を算定する際には、1.0 とみなした。

普通強度試験体では、全ての試験体は、大野・荒川 min 式³⁾および mean 式³⁾でかなり安全側に評価され、修正荒川 mean 式³⁾を用いても、せん断耐力の実験値/計算値が 1.0 を上回る結果となった (図-6 中の ○○△△□□)。

低強度試験体では、無開口試験体 (W) は、修正荒川 mean 式³⁾に山本提案式の低減率¹¹⁾を適用することで、実験値/計算値が 1.48, 1.25 となり、比較的適切に評価さ

れた(図-6中の●●)。中央有開口試験体(SWC)については、実験値/計算値が1.63~1.71となり、無開口と比較すると、せん断耐力をより過小評価する結果となった(図-6中の■●)。柱ぎわ有開口試験体(DWE)についても、概ね同様の傾向であったが(図-6中の▲▲), $h/h_0 = 1.5$ の試験体(F7-DWE-1.5)は実験値/計算値が1.14となり、無開口(W)よりも推定値に対する余裕度が小さくなった(図-6中の▲)。これは、実験のばらつきによるものと考えられる。

5. まとめ

本報では、低強度コンクリートが用いられた開口耐震壁の耐力および変形特性に対する反曲点高さ比の影響を実験により検討した。実験結果から得られた知見を以下に示す。

- (1) 反曲点高さ比 $h/h_0 = 0.5, 1.0, 1.5$ の全ての試験体がせん断破壊し、せん断余裕度による破壊モードの判定と一致した。
- (2) $h/h_0 = 0.5$ の試験体と比べて、 $h/h_0 = 1.5$ の無開口試験体では、曲げ応力度が大きい柱脚部および壁板下部で破壊に至り、破壊位置が異なる結果となったが、有開口試験体では、いずれも開口のある高さ中央部で破壊し、破壊位置について、反曲点高さ比の影響はあまり見られなかった。
- (3) 普通強度コンクリートの試験体は、有開口、無開口ともに修正荒川 mean 式を適用した場合に、一方、低強度コンクリートの試験体では、有開口、無開口ともに修正荒川 mean 式に山本提案式を適用した場合に、実験値/計算値が1.0を上回る結果となった。

以上のように、低強度コンクリートが用いられた構造体の耐震診断において、開口耐震壁の耐力は、反曲点高さ比にかかわらず、既往のせん断耐力評価式を用いて、ある程度の精度で評価可能であると考えられる。なお、低強度コンクリートが用いられた構造体の取り扱い全般については、さらにデータを蓄積して検討する必要がある。

【謝辞】

本研究を進めるにあたり、千枝信隆氏(三重大学卒業生)、石田徹氏、高橋朋幹氏(いずれも三重大学大学院修了生)、和藤浩氏、新美治利氏(いずれも三重大学技術専門員)の御助力を得た。ここに付記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 中濱貴生, 畑中重光: 三重県内における既存 RC 造学校施設のコンクリート強度の分布に関する調査研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, pp.635-636, 2005.9
- 2) 坂巻健太, 広沢雅也, 清水泰, 周建東: 既存鉄筋コンクリート造建築物のコンクリート強度に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, pp.801-804, 2001.9
- 3) (財)日本建築防災協会: 2001年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準 同解説, 2001.10
- 4) (財)日本建築防災協会: 2001年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修指針 同解説, 2001.10
- 5) 山本泰稔, 片桐太一, 秋山友昭, J.F.トンプソン: 低強度コンクリート中における接着系アンカー筋の荷重伝達能力, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.1, pp.553-558, 2000
- 6) 市橋重勝, 山本泰稔, 片桐太一, 秋山友昭, ジム・トンプソン: 低強度コンクリートに装着した接着系あと施工アンカー筋の挙動に関する実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, pp.397-407, 2000.9
- 7) 公益社団法人日本コンクリート工学協会中国支部: 低強度コンクリートに関する特別研究委員会, 低強度コンクリートの既存建築物の耐震診断と耐震補強, 2013.7
- 8) 大石祐太, 三島直生, 畑中重光: 低強度コンクリート RC 柱の破壊性状に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.2, pp.889-894, 2011
- 9) 大石祐太: 低強度コンクリートが使用された RC 無開口耐震壁の破壊性状に関する研究, 平成 22 年度三重大学大学院修士論文, 2011.3
- 10) 田中準一, 三島直生, 服部宏己, 畑中重光: 低強度コンクリートが使用された開口耐震壁の破壊性状に関する実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.213-214, 2014
- 11) 山本泰稔: 低強度コンクリート構造に関する調査・研究資料, 第 30 回建築士事務所全国大会(埼玉), 2005.8
- 12) 川上裕佳, 高月行治, 藤原顕太郎, 根口百世, 南宏一: 低強度コンクリート部材の耐震性能評価に関する基礎的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, pp.333-342, 2007.8