

# 梁端部の開孔補強法の開発

村田義行\* 長井信夫\*\*

## 要 旨

本研究は、梁端部のヒンジ域に開孔を設けることを可能とする開孔補強法の確立を目的として 10 社の共同により実施した実験研究である。梁部材実験は、コンクリート設計基準強度  $F_c$  が  $24\text{N/mm}^2$  の Fc24(1) と Fc24(2) シリーズおよび  $F_c$  が  $48\text{N/mm}^2$  の Fc48 シリーズから構成される。主な実験因子は、開孔の有無、座屈補強筋の有無、開孔補強筋比、主筋比、開孔径および座屈補強筋量である。開孔の位置（開孔芯）は、いずれも柱面の梁付根部から  $D/3$  ( $D$ : 梁せい) とし、開孔径は  $D/3$ 、 $D/3.5$  および  $D/4$  の 3 種類である。本実験により、座屈補強筋の有効性が確認でき、さらに開孔径や座屈補強筋の定着長さの違いにより破壊性状や最大強度以降の変形性能が異なることが確認できた。良好な靱性能を確保するためには、開孔径の大きさだけでなく座屈補強筋の定着長さが重要な要因となることがわかった。また、梁端部のヒンジ域に開孔を有する場合においても、曲げ強度略算式により精度よく梁の曲げ強度を評価できることが確認できた。

## 1. はじめに

集合住宅等の建築物では、階高の制約や換気設備の必要性から梁に開孔が設けられる。鉄筋コンクリート（以下、RC）造の梁に開孔を設ける場合の従来の設計においては、構造性能の確保の観点から図 - 1 に示すように柱面の梁端付根部から梁せい以上の距離を離して開孔を設けることが一般的である。このため、現状では設備類の配管は、やむを得ず梁端部のヒンジ域を迂回させて通している。この結果、天井の一部に下がり天井を採用するなどの対応が余儀なくされており、設計に大きな制約を受けているだけでなく、迂回配管や下がり天井の採用は施工コストの上昇を招いている。

したがって、図 - 2 に示すように、梁端部にできる限り近い位置に開孔を設けることができれば、設計の自由

が増し、ゆとりのある室内空間を設計することができると。このため、梁端部のヒンジ域に開孔を設けることを可能とする開孔補強法の開発が望まれている。

本研究では、梁端部に開孔を設けた梁の補強方法を確立することを目的として、曲げせん断実験を実施した。具体的には、梁端部でも直径が梁せい ( $D$ ) の  $1/3.5$  以下の開孔を設けることができるようにし、靱性能としては限界部材角  $1/25\text{rad}$ . を確保することを目標として、RC 造建物の耐震性確保に必要な構造性能を確保できる端部有開孔梁の補強方法を明らかにする。

なお、本研究は 10 社 [ (株)浅沼組、安藤建設(株)、大木建設(株)、(株)奥村組、(株)熊谷組、五洋建設(株)、大末建設(株)、日産建設(株)、(株)松村組、テイエム技研(株) ] の共同で実施した。

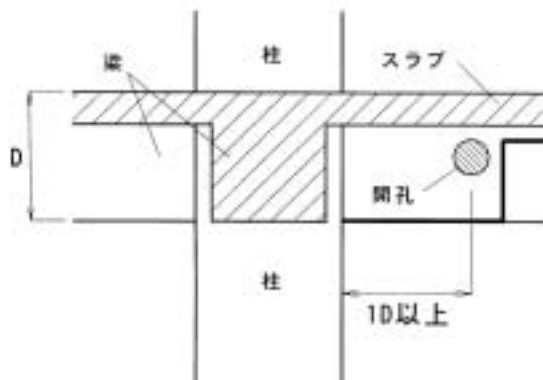


図 - 1 一般的な開孔位置

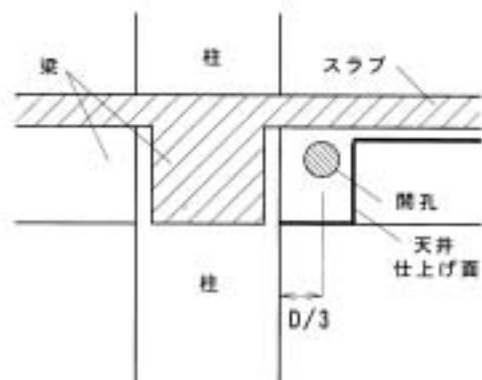


図 - 2 梁端部に開孔を設けた一例

\*技術研究所

\*\*東京支社建築支店建築部生産設計課

表 - 1 試験体一覧

シリーズ	試験体	Fc N/mm <sup>2</sup>	主筋		開孔諸元 <sup>*1</sup>			あばら筋		開孔部補強				
			配筋	$\rho_t$ (%)	径(H)	水平位置	上下位置	配筋	$\rho_w$ (%)	配筋 <sup>*2</sup>	$\rho_v$ (%)	配筋	$\rho_d$ (%)	座屈補強筋
Fc24(1)	L6-0	24	6-D19 [SD345]	1.67	無孔			4-D6@70 [SD295A]	0.61	-	-	-	-	-
	L6-5-4				D/3	D/3	中央			4-D6×2 [SD295A]	0.53	S6×2	0.37	4-D16, L=25d <sub>b</sub>
	L6-5-4-N													-
	L6-5-6													S6×3
	L8-12-9				8-D19 [SD345]	2.28	D/3			D/3	中央	4-D10@70 [SD295A]	1.35	4-D10×2 [SD295A]
L8-12-12	S8×4	1.17												
Fc24(2)	L6-5-6L	24	6-D19 [SD345]	1.67	D/3	D/3	中央	4-D6@70 [SD295A]	0.61	4-D6×2 [SD295A]	0.53	S6×3	0.56	4-D6, 開孔芯+15d <sub>b</sub>
	L6-5-6M				D/3.5									
	L6-5-6S				D/4									
Fc48	H6-0	48	6-D19 [SD490]	1.67	無孔			4-S6@70 [KSS785]	0.61	-	-	-	-	-
	H6-5-9S-B1				D/4	D/3	中央			4-S6×2 [KSS785]	0.53	S8×3	0.88	6-D6, 開孔芯+15d <sub>b</sub>
	H6-5-9S-B2													4-D10, 開孔芯+15d <sub>b</sub>

<共通因子> 加力形式:片持ち梁形式,せん断スパン比 a/D=3.0

\*1:開孔位置は梁端から開孔中心までの距離

部材断面:b×D=300×400mm

\*2:片側のC区間に配されたあばら筋

開孔補強筋KSS785,座屈補強筋:SD295A,d<sub>b</sub>:座屈補強筋径,p<sub>t</sub>:引張鉄筋比,p<sub>w</sub>:あばら筋比,p<sub>v</sub>:孔際補強筋比,p<sub>d</sub>:開孔補強筋比

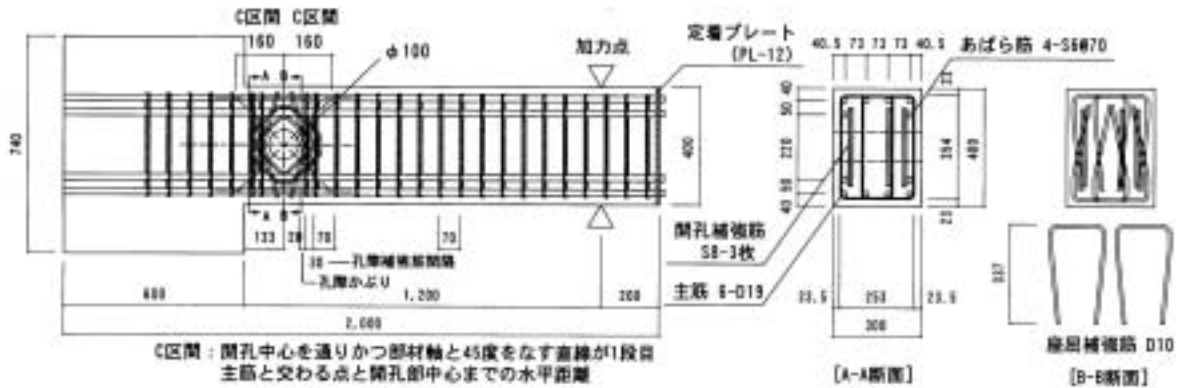


図 - 2 試験体の形状・寸法、および配筋 (H6-5-9S-B2)

## 2. 実験概要

### 2.1 試験体

表 - 1 に試験体一覧を示し、図 - 2 に試験体形状・寸法および配筋を示す。試験体は、コンクリート設計基準強度 Fc が 24N/mm<sup>2</sup> の Fc24(1)シリーズと Fc24(2)シリーズおよびコンクリート設計基準強度 Fc が 48N/mm<sup>2</sup> の Fc48シリーズから構成される。実部材に対する試験体の縮小率は約 1/2 とした。

主な実験因子は、Fc24(1)シリーズでは 開孔の有無、座屈補強筋の有無、開孔補強筋比および 主筋比であり、Fc24(2)シリーズでは開孔径である。また、Fc48シリーズでは 開孔の有無、座屈補強筋量である。有開孔試験体の開孔の位置は、いずれも梁付根部から D/3 (D: 梁せい) とし、開孔径は D/3, D/3.5 および D/4 の 3種類である。また、有開孔試験体の開孔部のせん断補強は、開孔補強筋とC区間内のあばら筋 (以下、孔際あばら筋) および主筋の座屈を防止するための U 字形の鉄筋 (以下、座屈補強筋) でなされている。C区間は、開

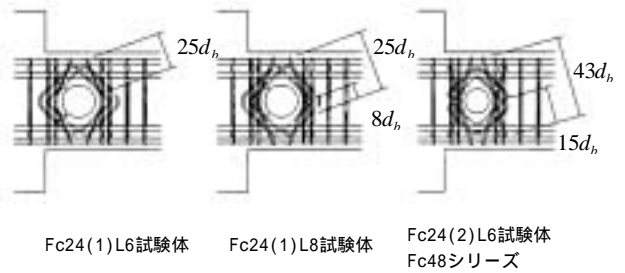


図 - 3 座屈補強定着長さおよび開孔補強筋方向

孔中心を通り、かつ部材軸と 45 度をなす直線が 1 段目主筋と交わる点と開孔部中心までの距離と定義する。

図 3 に座屈補強筋の定着長さを示す。座屈補強筋の定着長さは、Fc24(1)シリーズでは 25d<sub>b</sub> (d<sub>b</sub>: 座屈補強筋径) としたが、Fc24(2)および Fc48 シリーズでは開孔芯 + 15d<sub>b</sub> と長くした。また、Fc24(1)シリーズと Fc24(2)および Fc48 シリーズでは、開孔補強筋の末端フックの位置を変えており、Fc24(2)および Fc48 シリーズでは、フックの位置がスタブ側に面するように配置した。

試験体の設計は、建築学会略算式による終局曲げ強度<sup>1)</sup>が修正広沢式による開孔部の終局せん断強度<sup>2)</sup>を上回るように行った。なお、梁端部以外の範囲（以下、一般部）では、終局曲げ強度に対する終局せん断強度の比がほぼ 1.0 以上確保されるように計画した。

### 2.2 使用材料

表 - 2、3 に鉄筋およびコンクリートの材料試験結果を示す。主筋は Fc24(1)および Fc24(2)シリーズでは SD345 材を使用し、Fc48 シリーズでは SD490 材を使用した。また、あばら筋は Fc24(1)および Fc24(2)シリーズでは SD295A 材を用いて 135° フック形式としたが、Fc48 シリーズでは KSS785 材を用いて溶接閉鎖形とした。なお、開孔補強筋は、いずれのシリーズにおいても KSS785 材を使用した。

### 2.3 実験方法

載荷状況および計測方法を写真 - 1 に示し、載荷スケジュールを図 - 4 に示す。載荷は片持ち梁形式とし、押し引き型の油圧ジャッキを用いて、梁の反曲点に相当する位置に水平力を与える方法とした。載荷スケジュールは、目標所定部材角  $R$  を  $\pm(5, 10, 20, 30, 40, 50) \times 10^{-3} \text{rad}$  に設定し、各部材で各 2 サイクルの正負交番繰返し載荷を行った後、 $R=+100 \times 10^{-3} \text{rad}$  まで正方向に単調載荷を行う計画とした。

また、変位の計測は部材角について行い、ひずみの計測は主筋、あばら筋、開孔補強筋および座屈補強筋の主要な位置にワイヤーストレインゲージを貼付して行った。

## 3. 実験結果

### 3.1 破壊状況

写真 - 2 に各試験体の部材角  $R=+40 \times 10^{-3} \text{rad}$  時における破壊状況を示し、図 - 5 に梁せん断力(Q)と部材角(R)との関係を示す。なお、図中には実験中に観察された主な発生現象を記した。

無開孔の L6-0 および H6-0 は  $R=7 \times 10^{-3} \text{rad}$  時に試験体付根において主筋の引張降伏が発生して剛性が低下した。その後、Fc24 の L6-0 では、 $R=50 \times 10^{-3} \text{rad}$  時に最大耐力に達し、材端部付根から 1D の範囲でせん断ひび割れが急増し、この領域での被りコンクリートの剥落および主筋の局部座屈が発生して強度が低下した。一方、Fc48 の H6-0 では、 $R=20 \times 10^{-3} \text{rad}$  時に最大強度に至ったが、強度低下は認められず、Q-R 関係は紡錘形でエネルギー吸収性能に富んだ履歴性状を示した。最終の  $R=100 \times 10^{-3} \text{rad}$  時の強度は最大強度の 96% であった。

Fc24(1)シリーズの有開孔試験体では、主筋が 6-D19 の試験体および 8-D19 の試験体ともに  $R=6 \sim 7 \times 10^{-3} \text{rad}$  時に試験体付根および開孔中心位置で主筋の引張降伏が

表 - 2 鉄筋の材料試験結果

シリーズ	呼び名・規格	降伏強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	引張強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
Fc24(1)	D6[SD295A]	381	513
	S6[KSS785]	981	1126
	S8[KSS785]	919	1070
	D10[SD295A]	372	526
	D19[SD345]	375	560
Fc24(2)	D6[SD295A]	329	503
	S6[KSS785]	905	1096
	D19[SD345]	367	587
Fc48	D6[SD295A]	361	528
	S6[KSS785]	882	1068
	S8[KSS785]	993	1162
	D10[SD295A]	364	500
	D19[SD490]	538	690

表 - 3 コンクリートの材料試験結果

シリーズ	圧縮強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	割裂強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
Fc24(1)	24.4	2.42
Fc24(2)	27.1	2.65
Fc48	54.6	3.69

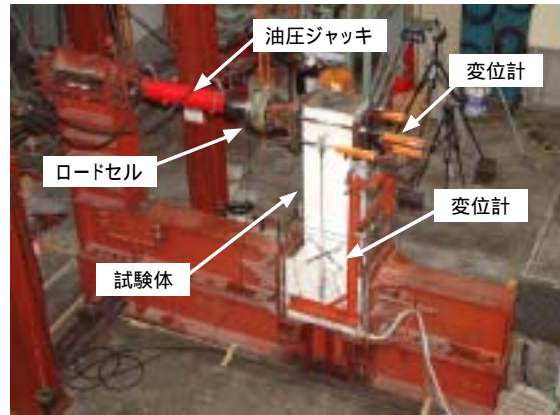


写真 - 1 載荷状況

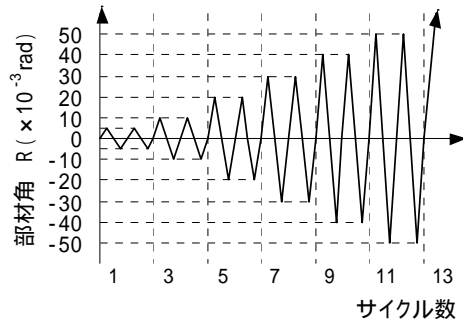


図 - 4 載荷スケジュール

発生して剛性が低下し、 $R=20 \sim 40 \times 10^{-3} \text{rad}$ .時に最大強度に達した。その直後、開孔部から試験体付根にかけて、せん断ひび割れ幅が急激に拡大して強度が低下し、これに伴いあばら筋の引張降伏が発生した。また、これ以降、開孔部から試験体付根にかけて被りコンクリートおよびコアコンクリートの剥落および主筋の局部座屈が発生し、耐力は徐々に低下した。最終の $R=100 \times 10^{-3} \text{rad}$ .時の強度は、最大強度の28～46%程度となった。

Fc24(2)シリーズでは、各試験体ともに  $R=6 \times 10^{-3} \text{rad}$ .時に試験体付根および開孔中心位置で主筋の引張降伏が発生して剛性が低下した。その後、開孔径が D/3 の

L6-5-6L では  $R=+30 \times 10^{-3} \text{rad}$ .で最大強度に至り、 $R=+40 \times 10^{-3} \text{rad}$ .時の第 1 サイクルの所定変形角に達する途中で急激に荷重が低下した。開孔径 D/3.5 の L6-5-6M は、 $R=+40 \times 10^{-3} \text{rad}$ .の第 1 サイクルで最大強度に至った後、負側サイクルの途中で急激に荷重が低下した。また、開孔径 D/4 の L6-5-6S は、 $R=+40 \times 10^{-3} \text{rad}$ .で最大強度に至り、次の  $R=+50 \times 10^{-3} \text{rad}$ .の第 1 サイクル時に急激に荷重が低下した。各試験体では、共通して材端部開孔近傍でせん断ひび割れ幅が急激に拡大し荷重は低下した。しかし、せん断ひび割れ幅が急激に拡大した位置は、開孔径が D/3 および D/3.5 の場合には、開孔と曲げ圧縮側

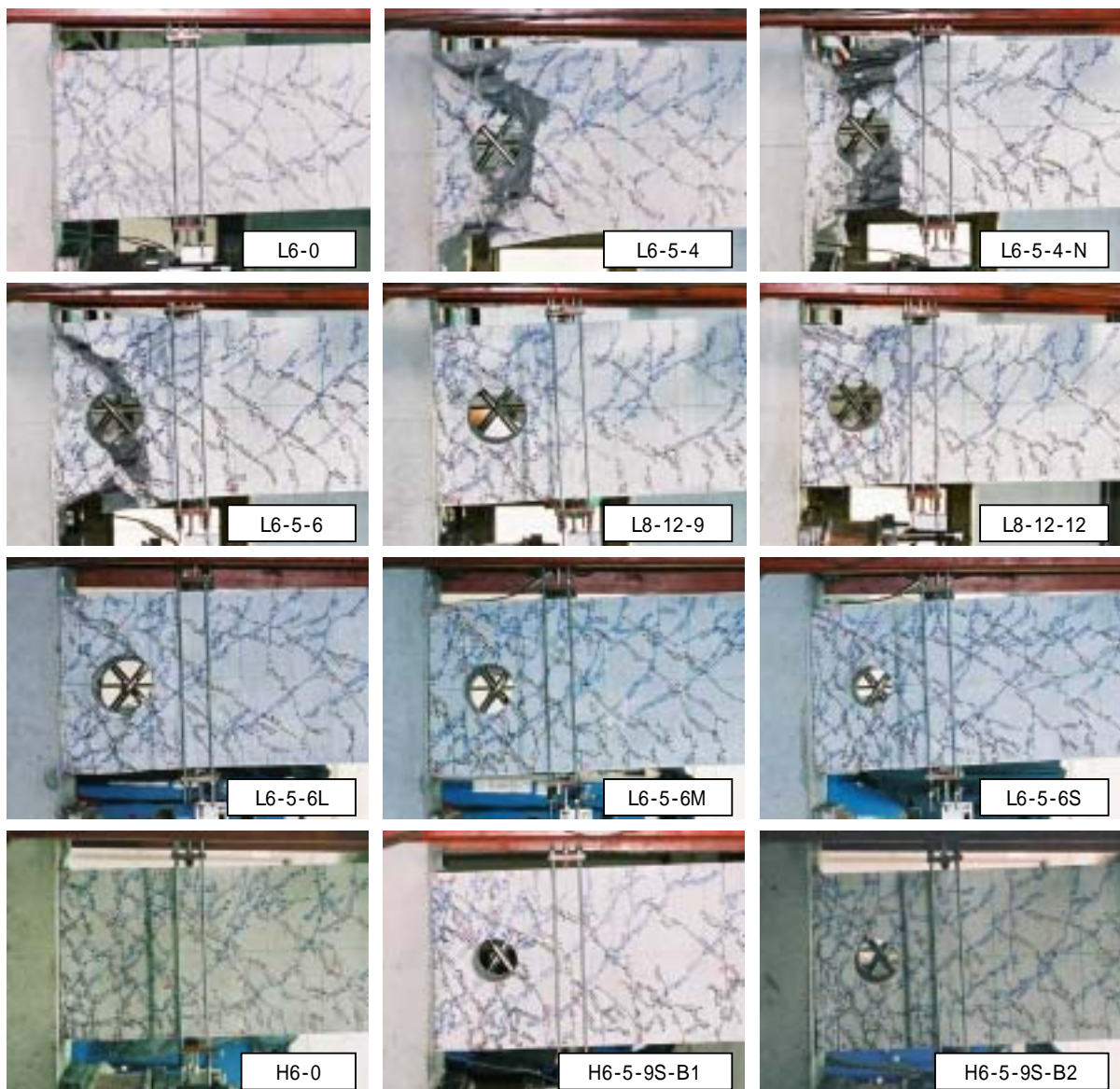


写真 - 2 破壊状況 ( $R=+40 \times 10^{-3} \text{rad}$ .時)

の試験体隅角部を結ぶ範囲であるのに対して、開孔径が D/4 の場合には、開孔より試験体の付根に近い範囲であり、せん断ひび割れが拡大する位置は、開孔径によって異なる傾向が認められた。

Fc48 シリーズの有開孔試験体では、 $R=7 \sim 9 \times 10^{-3} \text{rad}$  時に材端部付根部および開孔中心位置で主筋の引張降伏が発生して剛性が低下し、 $R=20 \times 10^{-3} \text{rad}$  時に最大強度に至った。その後、座屈補強筋を 6-D6 とした H6-5-9S

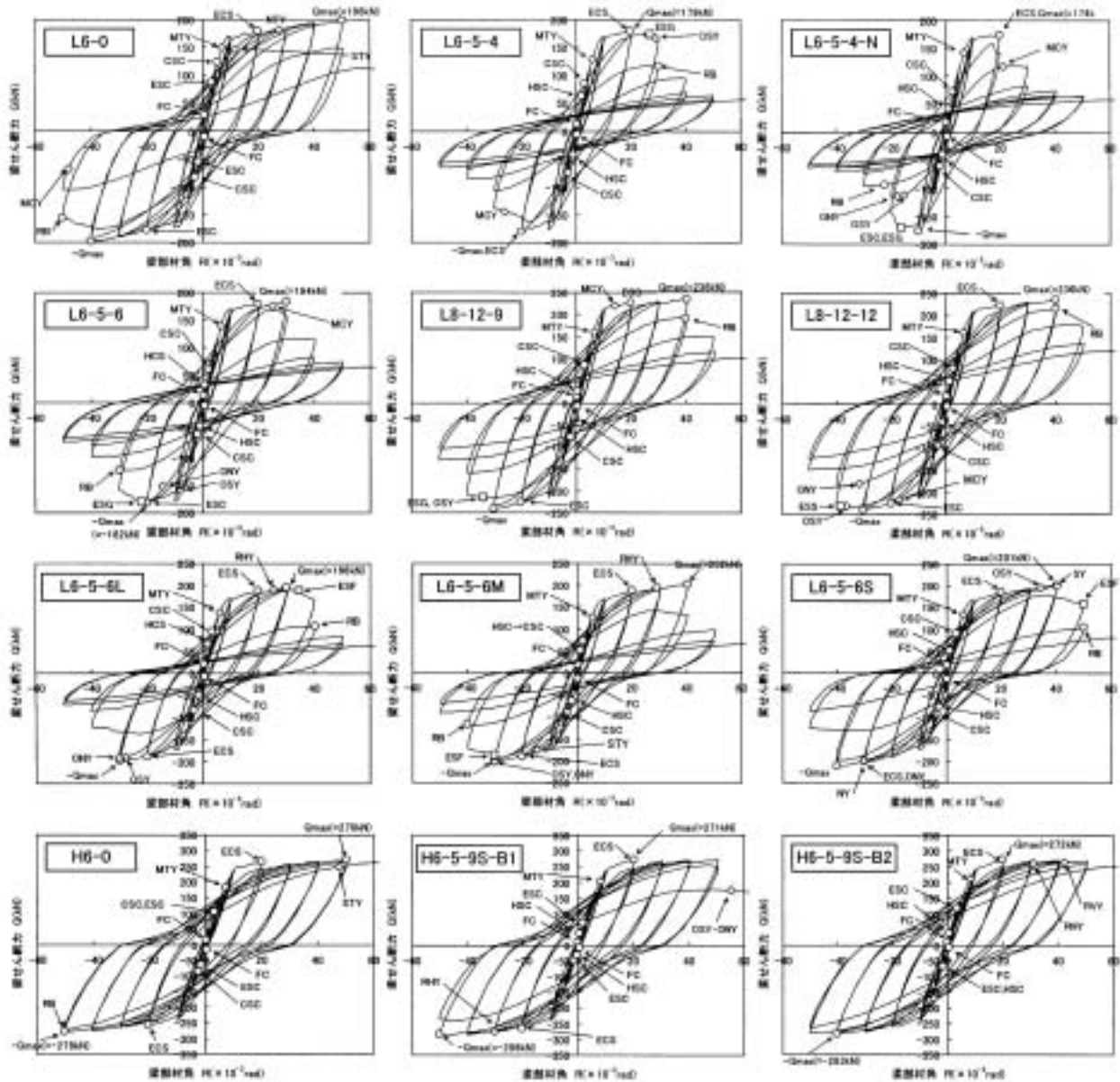


図 - 5 層せん断力 - 層間変形角関係

**【記号の説明】**

- Qmax : 最大強度      FC : 曲げひび割れ      ESC : 材端部コンクリートの圧壊      CSC : せん断ひび割れ
- HSC : 開孔部斜めひび割れ      ESF : 開孔部近傍のせん断ひび割れの急増      RB : 主筋の局部座屈
- MTY : 主筋の引張降伏      MCY : 主筋の圧縮降伏      ESC : 端部せん断ひび割れ
- ESG : 開孔部付近のせん断ひび割れ部のずれの発生      STY : 外周あばら筋の引張降伏      NTY : 中子あばら筋の引張降伏
- ONY : 孔際あばら筋 (中子筋) の引張降伏      OSY : 孔際あばら筋 (外周筋) の引張降伏
- RHY : 座屈補強筋 (加力平行側) の引張降伏      RYV : 座屈補強筋 (加力直交側) の引張降伏

-B1 は、 $R=50 \times 10^{-3}$ rad. 時の第 2 サイクルで開孔部周辺のひび割れが進展して強度が低下した。しかし、座屈補強筋を 4-D10 とした H6-5-9S-B2 では、最終変形時までほとんど耐力低下は認められなかった。なお、最終の  $R=100 \times 10^{-3}$ rad. 時における強度の最大強度に対する割合は、H6-5-9S-B1 では 49%、H6-5-9S-B2 では 87% であった。

### 3.2 各補強筋のひずみ度

図 - 6 に孔周囲の各補強筋のひずみ測定位置を示す。いずれの試験体も孔周囲の各補強筋（孔際補強筋、座屈補強筋、開孔補強筋）のひずみは、材端部側よりも中央部側のひずみの方が大きい傾向を示したため、ここでは開孔に対して中央部側のひずみを用いて検討を行った。

図 - 7 に無開孔試験体のあばら筋および孔際補強筋のひずみ - 累積変形関係を示す。なお、無開孔試験体のあばら筋ひずみは、概ね有開孔試験体の孔際補強筋位置に相当するスタブ面から 280mm 位置のあばら筋のひずみを

採用した。また、図中のサイクル数は、それぞれ 3 が  $10 \times 10^{-3}$ rad. 時、5 が  $20 \times 10^{-3}$ rad. 時、7 が  $30 \times 10^{-3}$ rad. 時、9 が  $40 \times 10^{-3}$ rad. 時、11 が  $50 \times 10^{-3}$ rad. 時における第 1 サイクル目の所定の部材角時を示す。

Fc24 で無開孔の L6-0 では、 $30 \times 10^{-3}$ rad. のサイクル時にあばら筋の降伏が認められるが、著しい強度の低下は  $50 \times 10^{-3}$ rad. のサイクル以降であった。一方、最終変形時まで強度低下がほとんど認められなかった Fc48 で

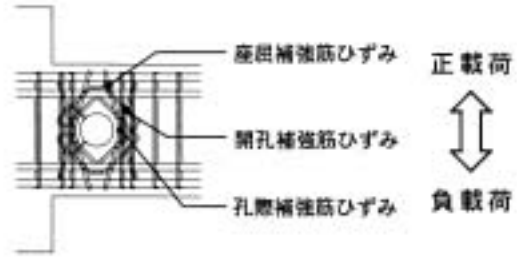


図 - 6 ひずみ測定位置

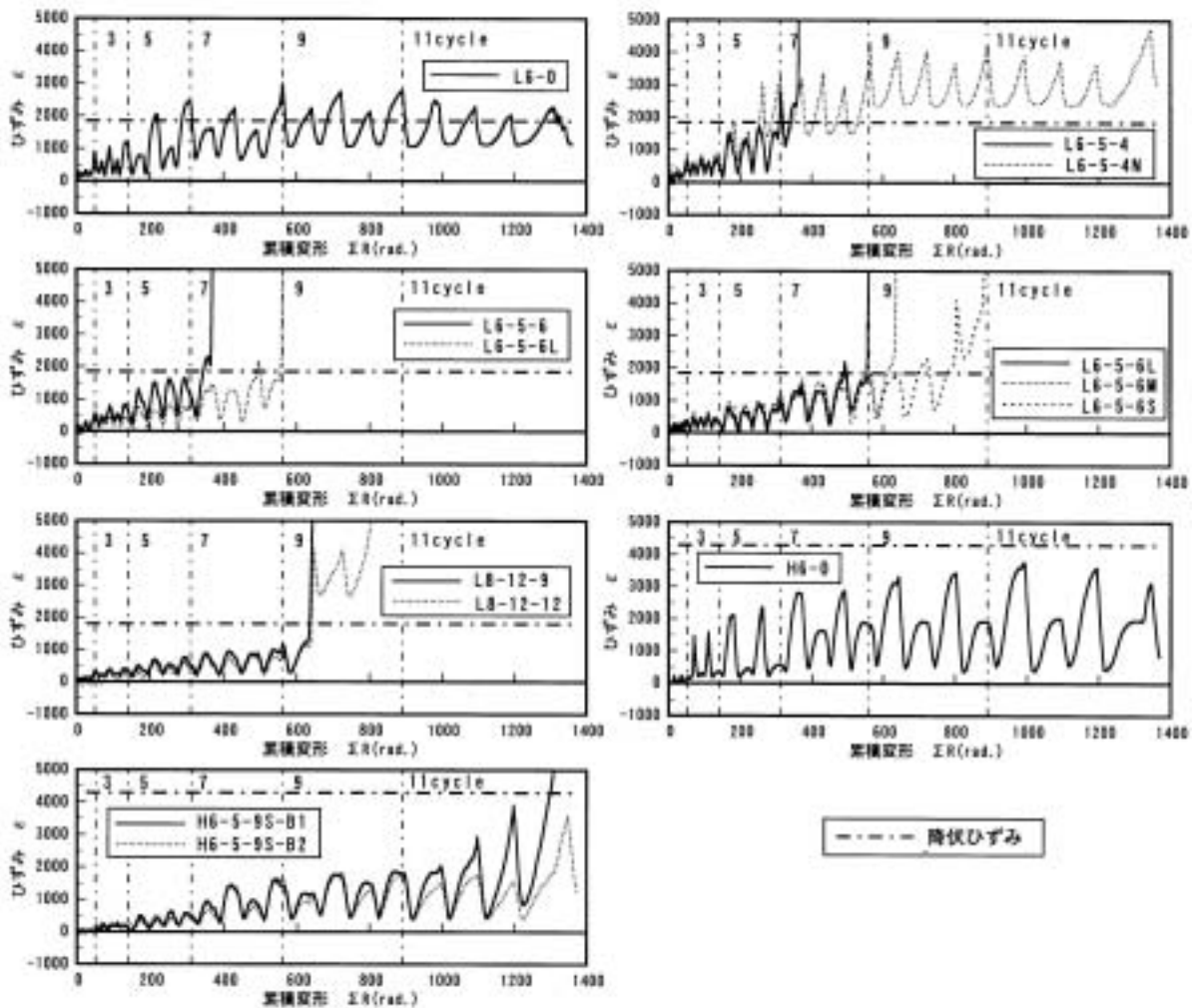


図 - 7 無開孔試験体のあばら筋および有開孔試験体の孔際補強筋ひずみ - 累積変形関係

無開孔の H6-0 では、あばら筋のひずみは降伏レベルまで達していなかった。

また、有開孔試験体の孔際補強筋のひずみについてみると、座屈補強筋のない試験体、座屈補強筋の短い試験体および開孔径が大きい試験体ほど、孔際補強筋が降伏ひずみに達する変形は小さくなる傾向を示した。

次に座屈補強筋ひずみ - 累積変形関係を図 - 8 に示す。Fc24(2)シリーズについてみると、いずれの試験体も座屈補強筋のひずみは降伏レベルまで達しており、開孔径が大きい試験体ほど降伏レベルまで達する変形は小さくなる傾向を示した。Fc48 シリーズの有開孔試験体についてみると、H6-5-9S-B1 では  $30 \sim 40 \times 10^{-3} \text{rad}$  のサイクルにかけて座屈補強筋の降伏が認められるが、H6-5-9S-B1

より座屈補強筋量が多く最終変形まで強度低下が小さかった H6-5-9S-B2 では、座屈補強筋のひずみは最終変形まで降伏しなかった。

最後に開孔補強筋ひずみ - 累積変形関係を図 - 9 に示す。図に示すようにいずれの試験体においても開孔補強筋のひずみは降伏まで達しておらず、降伏ひずみの半分以下に留まっていた。また、開孔補強筋のひずみの進展は、座屈補強筋のない試験体および座屈補強筋の短い試験体ほど著しい傾向が認められたが、開孔補強筋のひずみの進展状況に対しては、開孔径の違いによる明確な差異は認められなかった。

#### 4. 実験値と計算値の比較

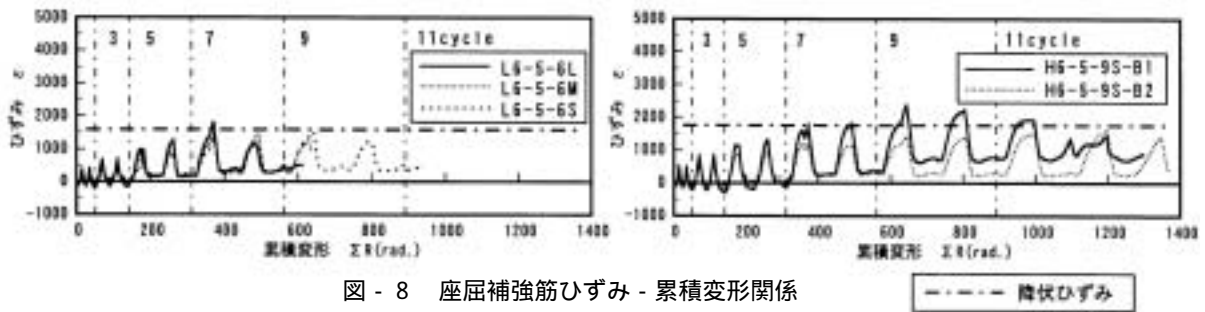


図 - 8 座屈補強筋ひずみ - 累積変形関係

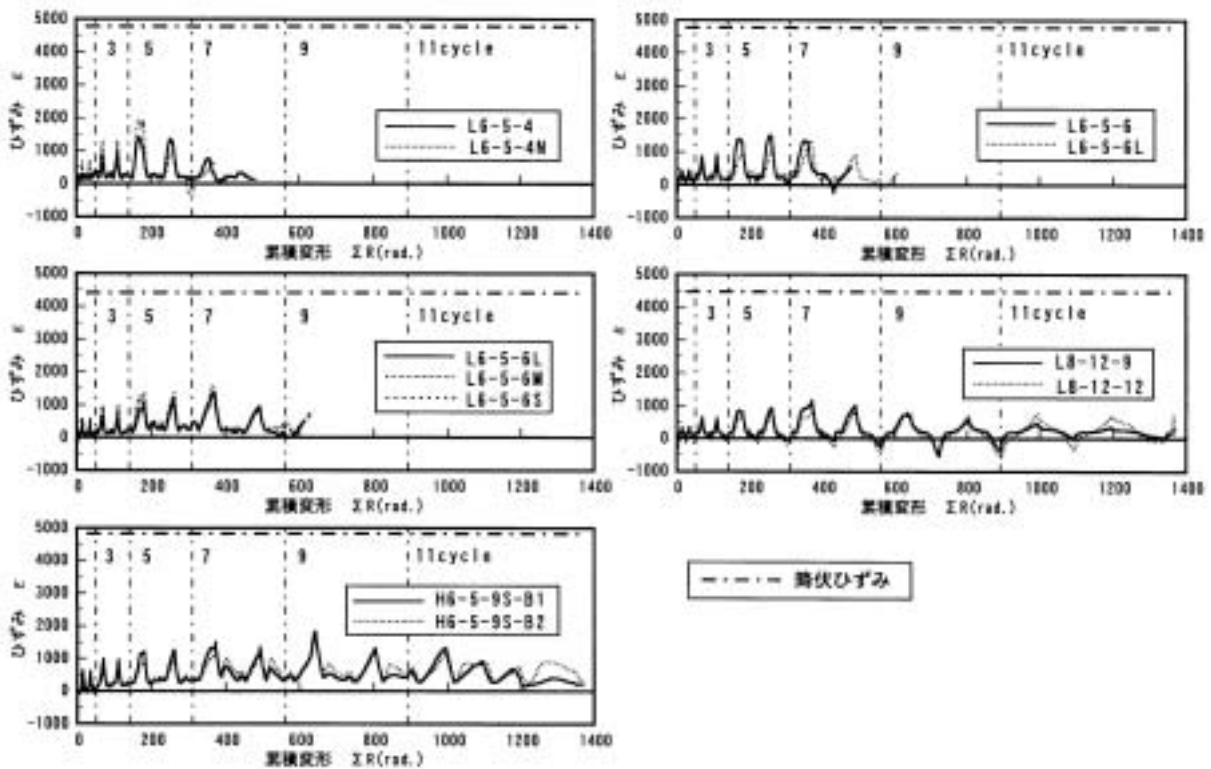


図 - 9 開孔補強筋ひずみ - 累積変形関係

表 - 4 に最大強度 ( $Q_{max}$ )、最大強度時の部材角 ( $R_{max}$ )、限界部材角 ( $R_u$ ) の実験値、ならびに曲げ強度 ( $Q_{mu}$ )、せん断強度 ( $Q_{su0}$ 、 $Q_{suh}$ ) の計算値、さらにそれらの実験値と計算値との比を示す。ここで  $R_u$  は、各部材の繰返し載荷による第 1 サイクルの包絡線上の強度が最大強度の 80% に低下した時点の部材角と定義する。

表に示すように主筋が 6-D19 の L6 試験体における  $Q_{max}$  は、Fc24(1) シリーズに比べ Fc24(2) シリーズのほうが大きく、無孔梁に近い値となっている。使用した材料強度が若干異なるため必ずしも直接的には比較できないが、上記の結果となった要因は、主として座屈補強筋長さを長くしたことにより、コンクリートの損傷を比較的小さく抑えることができたためであると考えられる。一方、Fc48 シリーズでは、有開孔梁試験体の最大強度は無開孔試験体と同等の値となった。

実験における最大強度と略算式による曲げ終局強度計算値の関係についてみると、計算値に対する実験値の比 ( $Q_{max}/Q_{mu}$ ) は 1.08 ~ 1.24 である。主筋のひずみ硬化により、実験値が計算値より若干高めの値を示すものもあるが、本実験のように開孔部のせん断余裕度 ( $Q_{suh}/Q_{mu}$ ) が 1.15 ~ 1.48 の条件下においても、曲げ強度略算式は精度よく最大強度を評価できることが確認できた。

## 5. まとめ

本実験により以下の知見が得られた。

- 1) 開孔径の違いおよび座屈補強筋の定着長さの違いにより破壊性状や最大強度以降の変形性能が異なり、靱性能として  $40 \times 10^{-3}$  rad. の限界部材角を確保するためには、座屈補強筋の定着長さとして開孔径が重要な要因となる。
- 2) 限界部材角を増大させるためには、座屈補強筋を配し、かつ座屈補強筋の効果が発揮できる定着長さを確保することが必要である。
- 3) 入力せん断応力レベルが高い場合でも、座屈補強筋を用いることで主筋を拘束し、コンクリートの損傷の進展を抑制することができる。
- 4) 開孔部のせん断余裕度が 1.15 ~ 1.48 の条件下において、曲げ強度略算式は精度よく最大強度を評価できる。

## 謝 辞

本実験は(財)日本建築総合試験所で実施されました。本研究の実施にあたり同試験所の益尾構造部長には貴重なご指導・ご助言を頂きました。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 日本建築センター：構造計算指針・解説、1991 年版
- 2) 荒川卓：鉄筋コンクリートばりの許容せん断応力度とせん断補強について - 実験結果による再検討 -、コンクリートジャーナル Vol. 8、No. 7、pp. 11 ~ 20、1970. 7
- 3) 広沢雅也、清水泰：鉄筋コンクリート造有孔はりのせん断強度とじん性、建築技術、No. 331、pp. 93 ~ 101、1979. 3

表 - 4 実験値と計算値の比較

シリーズ	試験体	実験値						計算値								
		$Q_{max}$ (kN)	$Q_{max}^*$ / $(Q_{max})_0$	$R_{max}$ ( $\times 10^{-3}$ rad)	$R_{max}^*$ / $(R_{max})_0$	$R_u$ ( $\times 10^{-3}$ rad)	$R_u^*$ / $(R_u)_0$	$Q_{mu}$ (kN)	$Q_{su0}$ (kN)	$Q_{suh}$ (kN)	$Q_{su0}/Q_{mu}$	$Q_{suh}/Q_{mu}$	$Q_{max}/Q_{mu}$	$Q_{mu}/bD_B$	$Q_{mu}/bD_{eB}$	
Fc24(1)	L6-0	198	1.00	50.2	1.00	52.5	1.00	166	189	-	1.14	-	1.19	0.057	0.17	
	L6-5-4	179	0.90	20.1	0.40	32.7	0.62			191		1.15				1.08
	L6-5-4-N	174	0.88	20.1	0.40	21.4	0.41			191		1.15				1.05
	L6-5-6	184	0.93	30.1	0.60	32.3	0.62			211		1.27				1.11
	L8-12-9	236	(1.00)	40.4	(1.00)	42.5	(1.00)			216		242				267
L8-12-12	236	(1.00)	40.4	(1.00)	43.6	(1.03)	287	1.33	1.09							
Fc24(2)	L6-5-6L	196	0.99	30.3	0.60	41.4	0.79	163	185	215	1.32	1.20	0.050	0.150		
	L6-5-6M	202	1.02	40.3	0.80	43.3	0.82			221	1.36	1.24		0.140		
	L6-5-6S	201	1.02	40.4	0.80	48.7	0.93			225	1.38	1.23		0.134		
Fc48	H6-0	270	1.00	50.1	1.00	100.0	1.00	238	300	-	-	1.13	0.037	0.098		
	H6-5-9S-B1	272	1.01	50.1	1.00	75.2	0.75			353	1.48	1.14				
	H6-5-9S-B2	271	1.00	40.2	0.80	100.0	1.00			353	1.48	1.14				

$Q_{max}$ : 最大強度  
 $R_{max}$ : 最大強度時の部材角  
 $R_u$ : 限界部材角  
 b: 梁幅 D: 梁せい De: 開孔部の縁あき

$Q_{mu}$ : 略算式による曲げ終局強度  
 $Q_{su0}$ : 荒川min式によるせん断終局強度  
 $Q_{suh}$ : 修正広沢式による開孔部のせん断終局強度

計算に用いた材料強度は、素材実験結果を用いた。ただし、開孔補強筋、孔際補強筋の強度は25%で頭打ちとした。  
 \*:  $Q_{max}/(Q_{max})_0$ 、 $R_{max}/(R_{max})_0$ 、 $R_u/(R_u)_0$ の各値は  
 L6、H6試験体: 無開孔試験体に対する比率  
 L8試験体( )内: 有開孔試験体L8-12-9に対する比率