

鉄筋コンクリート造耐震壁に設けたひび割れ誘発目地に関する実験  
 (その1 耐震壁の収縮ひび割れ誘発実験)

正会員 ○坂本啓太\*<sup>1</sup>  
 同 佐藤尚隆\*<sup>2</sup> 同 松井亮夫\*<sup>2</sup>  
 同 高井茂光\*<sup>3</sup> 同 鴨川直昌\*<sup>4</sup>  
 同 大岡督尚\*<sup>5</sup> 同 前島克朗\*<sup>6</sup>

耐震壁 目地 ひび割れ  
 乾燥収縮 異形鉄筋

1. はじめに

鉄筋コンクリート造 (以下、RC 造) 壁部材の品質確保のため、有害なひび割れを目地に意図的に誘発させて処理する方法は従来から行われてきた。しかし、壁の表面に目地を設ける方法では、意匠上、構造計算上などの理由で深い目地が設置できず、目地部分の断面欠損率が十分に確保できないため、目地以外の壁面にひび割れが発生する問題が起こった。

このような RC 造壁のひび割れ問題を解決するため、壁目地部のコンクリート内に異形鉄筋を打ち込む鉄筋挿入型ひび割れ制御工法を考案した (図 1)。本工法は、挿入する鉄筋 (以下、ひび割れ誘発材) と壁縦筋によって目地部分のコンクリート厚さを減少させ、深い切欠き目地を設けることなくコンクリートの総断面欠損率を上げることで、目地部へのひび割れの誘発を有効に促すものである。本報告 (その 1~3) では、本工法の目地を適用することで、目地が無く増し打ちを伴わない耐力壁と同等の性能を有する耐力壁の実現性の確認を目的として実施した、耐震壁の収縮ひび割れ誘発実験、曲げせん断実験、及び FEM モデルによるせん断耐力評価について述べる。

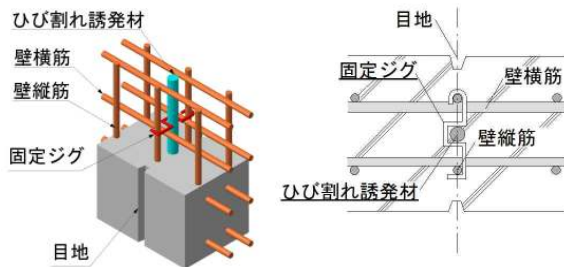


図 1 考案した工法を用いた壁の目地

2. 収縮ひび割れの誘発実験概要

2.1 試験体

試験体は 1 層 1 スパンの RC 造耐震壁を模した、柱、梁及びスタブで囲まれた 1/2 スケールの模型試験体である。実験変数は目地の種類と位置、コンクリート圧縮強度、壁筋比とした。試験体は計 5 体とした。実験変数を表 1 に、試験体例を図 2 に、目地部の断面詳細を図 3 に示す。試験体寸法は、何れも同様で、壁高さ 1200mm、壁内法長さ 2125mm、壁厚 100mm、柱断面 380×380mm、梁断面 250

×350mm とした。5 体の試験体のうち 4 体の試験体 (WP29R20, WP65R20, WP116R20, WP116R20C) にはひび割れ誘発材 (D16) を内蔵した鉄筋挿入型ひび割れ制御工法の目地とし、その他の 1 体 (WP65R00) はコンクリートの表面を切り欠いた従来の目地とした。目地位置は壁中央と左右の柱近くの 3 箇所とし、WP116R20C のみ柱際に設置し、他の 4 体は柱際から 180mm に設置した。壁筋比は、0.29, 0.65, 1.16% の 3 水準とした。

表 1 実験変数

試験体	目地の種類	目地の位置	コンクリートの目標強度 (N/mm <sup>2</sup> )	壁筋 (縦・横)	壁筋比 (%)	ひび割れ誘発材	総断面欠損率 <sup>1)</sup> (%)
WP65R00	切り欠き目地	中央 + 柱から 180mm	30	D6#98 ダブル (SD295A)	0.65	—	32
WP29R20	切り欠き目地 + ひび割れ誘発材		40	D6#221 ダブル (SD295A)	0.29		
WP65R20		中央 + 柱際	30	D6#98 ダブル (SD295A)	0.65	1-D16	48
WP116R20	D6#55 ダブル (SD295A)			1.16			
WP116R20C							

1) 壁厚に対するひび割れ誘発材の公称径と壁縦筋の公称径と目地深さの和の比  
 ▼: 誘発目地位置

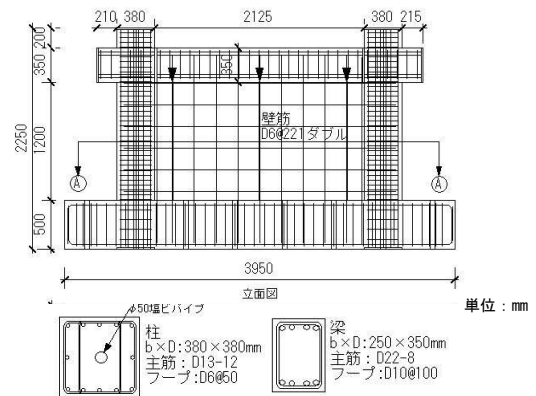


図 2 試験体例 (WP29R20)



図 3 鉄筋挿入型ひび割れ制御工法を用いた目地

2.2 使用材料

柱、梁および壁のコンクリート強度は、WP29R20 のみ実強度 41 N/mm<sup>2</sup>、それ以外は実強度 34 N/mm<sup>2</sup>であった。鉄筋は、梁主筋のみ SD345 を使用し、他はすべて SD295A を使用した。コンクリート及び鉄筋の特性を表 2 (a), (b), (c) 及び (d) に示す。

表2 材料の特性  
(a) コンクリートの配合

試験体	配合の設計条件	セメント (Kg/m <sup>3</sup> )	細骨材 (Kg/m <sup>3</sup> )	粗骨材 (Kg/m <sup>3</sup> )	S/A (%)	W/C (%)	混和剤
WP29R20	普通 30-21-15-N	370	913	818	53.4	50	-
WP65R00	普通 21-18-15-N	325	826	890	48.8	63	
WP65R20							
WP116R20 WP116R20C							

(b) コンクリートの力学的特性

試験体	柱、梁、壁			基礎スタブ
	圧縮強度 $\sigma_B$ (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 $E_c$ ( $\times 10^4$ N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 $\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度 $\sigma_B$ (N/mm <sup>2</sup> )
WP29R20	40.9	2.66	2.66	42.0
WP65R00, WP65R20 WP116R20, WP116R20C	34.0	2.64	2.52	42.0

(c) コンクリートの自由収縮ひずみ

養生日数(日)	0	7	14	21	28	35	63	98	189
21-18-15Nのひずみ値( $\mu$ )	0	0	-233	-369	-479	-563	-773	-877	-991
30-21-15Nのひずみ値( $\mu$ )	0	0	-323	-523	-671	-755	-937	-1028	-1126

(d) 鉄筋の力学的特性

部位	呼び名	種別	降伏強度 $\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	降伏ひずみ $\epsilon_y$ (%)	弾性係数 $E_s$ (N/mm <sup>2</sup> )
柱主筋	D13	SD295A	361	0.190	1.90
梁主筋	D22	SD345	373	0.205	1.91
梁あばら筋	D10	SD295A	341	0.180	1.88
柱帯筋・壁筋	D6	SD295A	382	—	1.90
誘発材	D16	SD295A	333	0.188	1.92

### 2.3 養生条件

本研究では、乾燥収縮によるひび割れが目地部に集中した耐力壁の構造性能の確認が目的であったため、コンクリート打設後の養生期間に相応のひび割れが目地部に発生することを確認する必要があった。そこで、試験体のコンクリート打設後、1週間で壁型枠を脱型し、それ以降のひび割れ発生状況について調査を行った。試験体の養生は、屋外のため雨や日差しを遮る上屋を設けたが、周囲に壁は設けず自然換気できる条件とした。

### 3. 実験結果

図4に各試験体のコンクリート打設後4週でのひび割れ発生状況を示す。写真1に目地内のひび割れを示す。



写真1 目地内のひび割れ

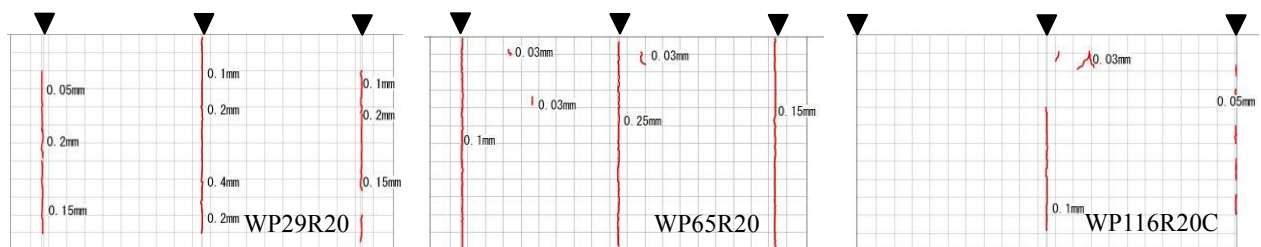


図4 ひび割れ発生状況

▼: 目地位置

壁筋比が 0.29%でコンクリートの圧縮強度が他より高い WP29R20 は、目地内のひび割れ発生が他のものと比較して早期であった。発生したひび割れは何れも目地内であり、中央の目地では壁の高さ方向全域にわたりひび割れが発生した。目地の最大幅は 0.4mm 程度であった。

壁筋比が 0.65%の WP65R00 と WP65R20 のひび割れ状況を比較する。いずれも中央の目地には基礎スタブ上端から梁下までに繋がるひび割れが生じた。ひび割れ幅は WP65R20 の方が概ね大きく、最大で 0.25mm 程度であった。WP65R00 の左右の柱近傍の目地には一部にひび割れが生じたが明瞭なものではなかった。一方、WP65R20 の左右の柱近傍の目地には壁中央の目地のひび割れと同様に、基礎スタブ上端から梁下までに繋がるひび割れが生じた。それらの最大ひび割れ幅は、中央のものより狭く 0.1mm と 0.15mm であった。目地以外の壁面のひび割れは両試験体に若干見られた。そのひび割れ幅は WP65R00 では 0.05mm 程度で、WP65R20 では 0.03mm 程度であった。

壁筋比が 1.16%の WP116R20, WP116R20C では、中央の目地に最大 0.1mm 程度の幅のひび割れが発生した。そのひび割れは梁下から壁高さの半分程度まで伸びるものであった。しかし、左右の柱近傍の目地にはひび割れはほとんど見られなかった。目地以外の壁面のひび割れは、中央の目地近傍に 0.03mm 幅のひび割れが広がった。

なお、いずれの試験体も4週以降、ひび割れの大きな変化は見られなかった。

### 4. まとめ

収縮ひび割れの誘発実験から以下のことが分かった。

- (1) 鉄筋挿入型ひび割れ制御工法を用いると、従来の目地と比較して、早期に目地内にひび割れが発生し、壁面の柱近傍に設けた目地にもひび割れが発生する。
- (2) 壁筋比が 1.2%程度になると、目地内へのひび割れの誘導が困難となる。

\*1 飛島建設  
\*2 浅沼組  
\*3 西松建設

\*4 長谷工コーポレーション  
\*5 東急建設  
\*6 五洋建設

\*1 Tobishima Corporation  
\*2 Asanuma Corporation  
\*3 Nishimatsu Construction

\*4 HASEKO Corporation  
\*5 Tokyu Construction  
\*6 Penta-Ocean Construction