

VE等施工改善事例発表会【大阪会場】

# 集合住宅における戸境壁のひび割れ制御 および補修コストの低減

株式会社 浅沼組 大阪本店 中村 友紀

# 1. はじめに

- 近年、高強度コンクリートを用いた中高層建物が建設され、コンクリートの材料特性である**乾燥収縮**や材料組織構造の緻密化による**自己収縮**に起因するひび割れ発生の危険性が、**従来のコンクリート配合**よりもさらに高まっている。
- 施工技術面においても、コンクリートの**強度打分け**の現実性から、**壁に柱梁と同強度の**高強度コンクリートが使用されている例も少なくない。
- RC造マンションの戸境壁では、経年後に乾燥収縮や温度応力による**斜めひび割れ**が発生し、入居者からのクレームを受けてクロス貼替えのアフターサービスを実施しているが、抜本的な処置は未済のままであり、**再発リスクが高い**のが現状である(図1)。
- 膨張材**や**収縮低減剤**などの混和材料をコンクリートに混入することで、ひび割れ発生の**低減効果**が期待できるが、完全にひび割れ発生を無くすことは困難である。一方、壁の**横方向筋を密に**配筋することでひび割れを分散させ、ひび割れ幅を小さくする方法も提案されているが、**かえってひび割れ本数が増える**など、これも完全にひび割れ発生を無くすことはできない。

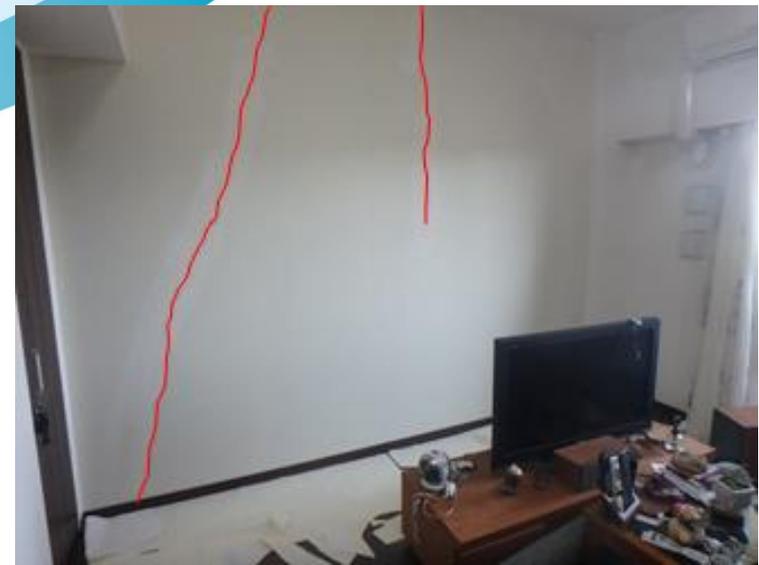
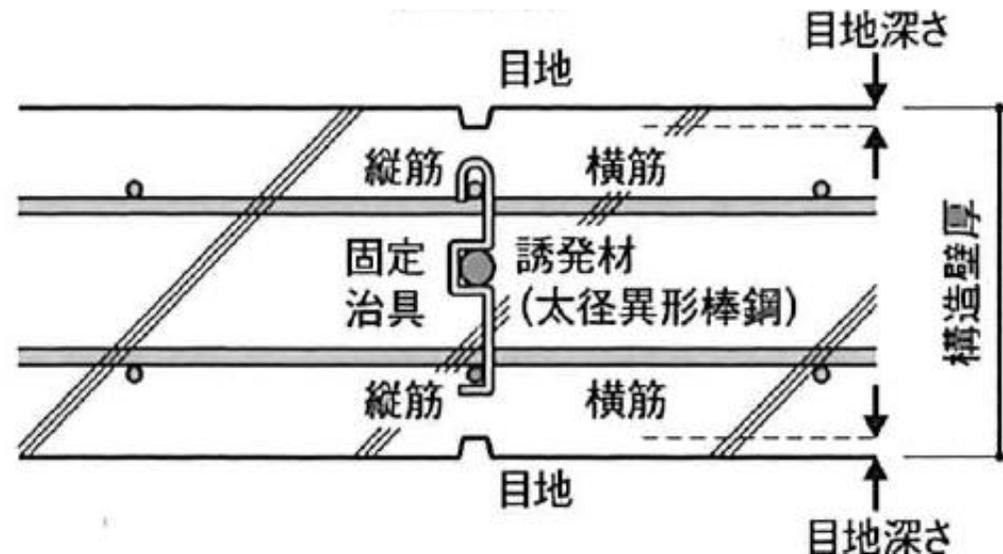


図1 他物件における経年後の戸境壁ひび割れ発生例 (2年点検時)

# 1. はじめに

- 本工事では無開口耐震壁のひび割れ誘発目地構法:『 **改良型鉄筋挿入工法** 』を初適用し、RC造7階建て分譲マンション戸境壁のひび割れ制御対策を積極的に行い、竣工間際までの目地内へのひび割れ誘導率の調査を実施した。
- 本工法の特長は、ひび割れ誘発材に**付着が良好な異形鉄筋**を用いることで、従来の『 目地底間寸法＝構造壁厚 』ではなく、『 **壁板の厚さ＝構造壁厚** 』とでき、誘発目地設置の際に必須条件であった**増し打ちコンクリートが不要**となる点である。
- 本報では、改良型鉄筋挿入工法によるひび割れ制御事例を紹介するとともに、今後の物件の参考となるよう、本工法を適用する際の注意事項ならびに補修コストの低減効果等について述べる。



## 2. 概要

### 2.1 工事概要

工事名称: 某分譲マンション新築工事

構造規模: RC造7階建て(全51戸)

建築面積: 712m<sup>2</sup> 延床面積: 3,991m<sup>2</sup>

施工: 株式会社 浅沼組 大阪本店

工期: 2016年5月～2017年5月(13ヶ月間)

### 2.2 対策概要(図2)

戸境壁EW18( — )に改良型鉄筋挿入工法を適用

目地位置▲: 壁中央, 柱際, 柱から1.5m程度

(計5箇所)

戸境壁寸法: 壁内法高さ2,200mm, 長さ約10,000mm

壁厚: 180mm

目地寸法: 幅20mm, 深さ10mm(両面)

柱断面900mm×800mm, 梁断面360mm×600mm

目地部の対策区分:

- ①目地+ひび割れ誘発材
- ②固定ジグ
- ③壁側スペーサー
- ④ハット目地
- ⑤シーリング

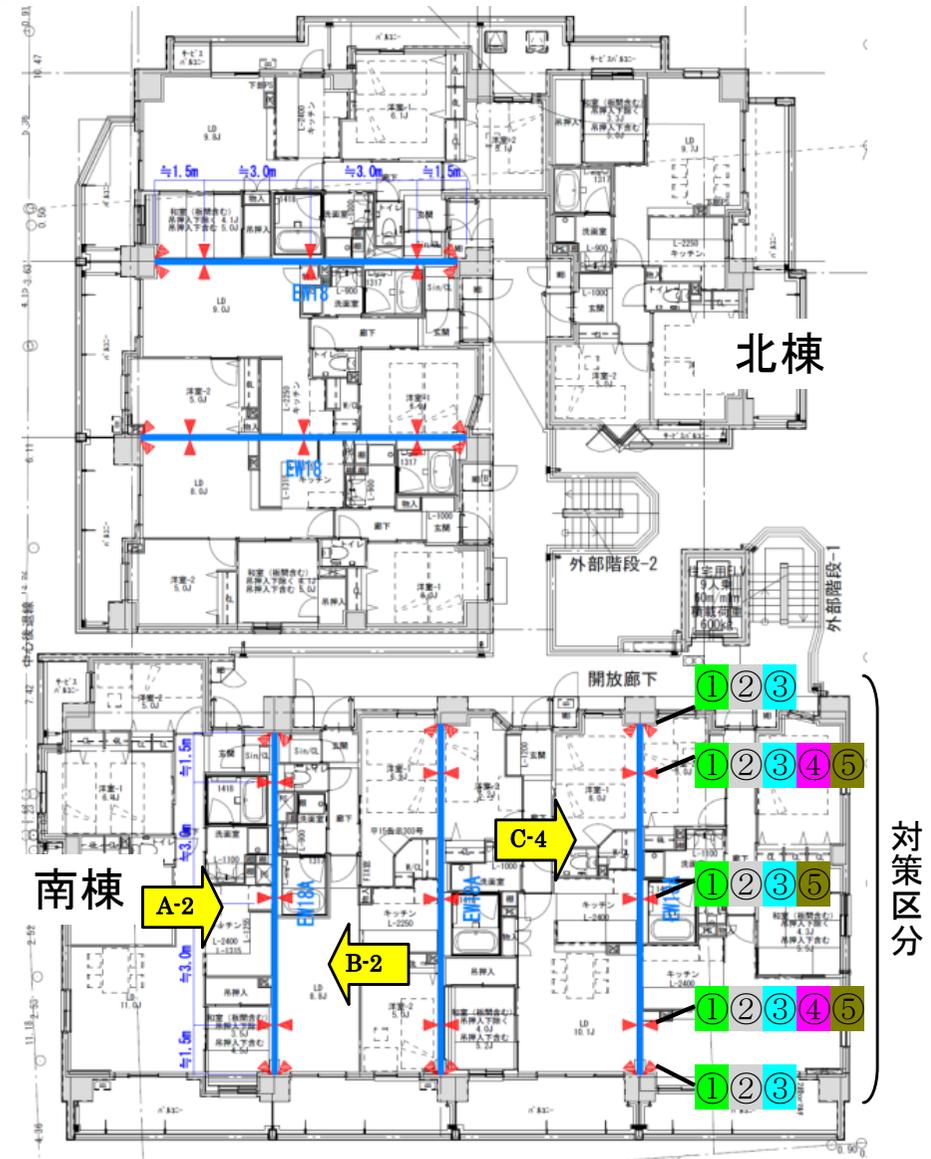


図2 基準階目地配置図

## 2. 概要

### 2.2 対策概要

目地部の断面詳細：図3，図4

壁縦筋D13-2本とひび割れ誘発材D19を  
一直線上に配置し、専用固定ジグで緊結  
コンクリートの設計基準強度：

1階36N/mm<sup>2</sup>，2～3階30N/mm<sup>2</sup>，4～7階27N/mm<sup>2</sup>

EW18壁筋比：縦横ともに0.55%

①誘発材率，②総断面欠損率の算出方法：図5

誘発材率：11.9%

非コンクリート率(総断面欠損率)：32.7%

鉄筋のあき：28.5mm

⇒ 構造規定値を全て満足

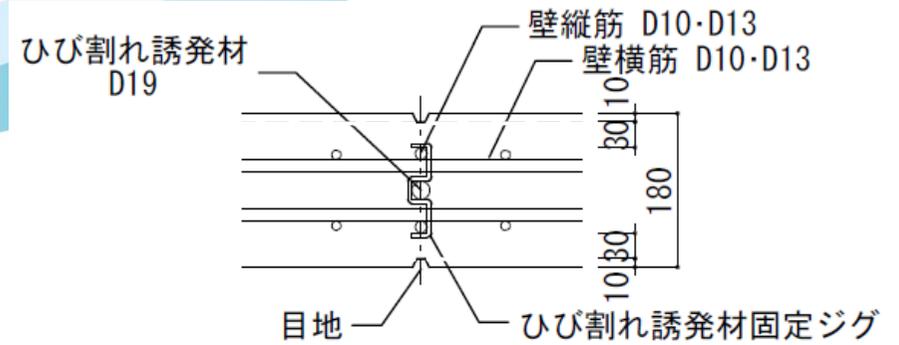


図3 目地部の断面詳細 (EW18)



図4 同上配筋例

誘発材率  $R_{sd}$ ：目地底間寸法  $t_s$  に対する誘発材の呼び径の総和  $\sum d_t$  との比

$$R_{sd} = \sum d_t / t_s \quad \dots \dots \dots \text{①}$$

総断面欠損率  ${}^e R_{wd}$ ：全壁厚  $t_w$  に対する誘発目地深さの総和  $\sum d_j$  と、  
誘発目地と同一方向の鉄筋呼び径（壁縦筋の総和  $\sum d_{ws}$  と  
断面中央の誘発材の総和  $\sum d_t$ ）の合計との比

$${}^e R_{wd} = (\sum d_j + \sum d_{ws} + \sum d_t) / t_w \quad \dots \dots \dots \text{②}$$

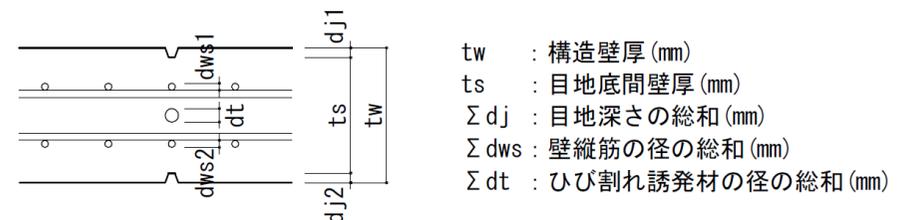


図5 誘発材率および総断面欠損率の算出方法

## 2. 概要

### 2.3 工法概要

工法名称:改良型鉄筋挿入工法

適用範囲:RC造, SRC造の無開口耐震壁

●誘発目地を設けて構造躯体コンクリートを欠損

⇒耐震壁のせん断耐力が低下

本工法は目地部を異形鉄筋のひび割れ誘発材で補強

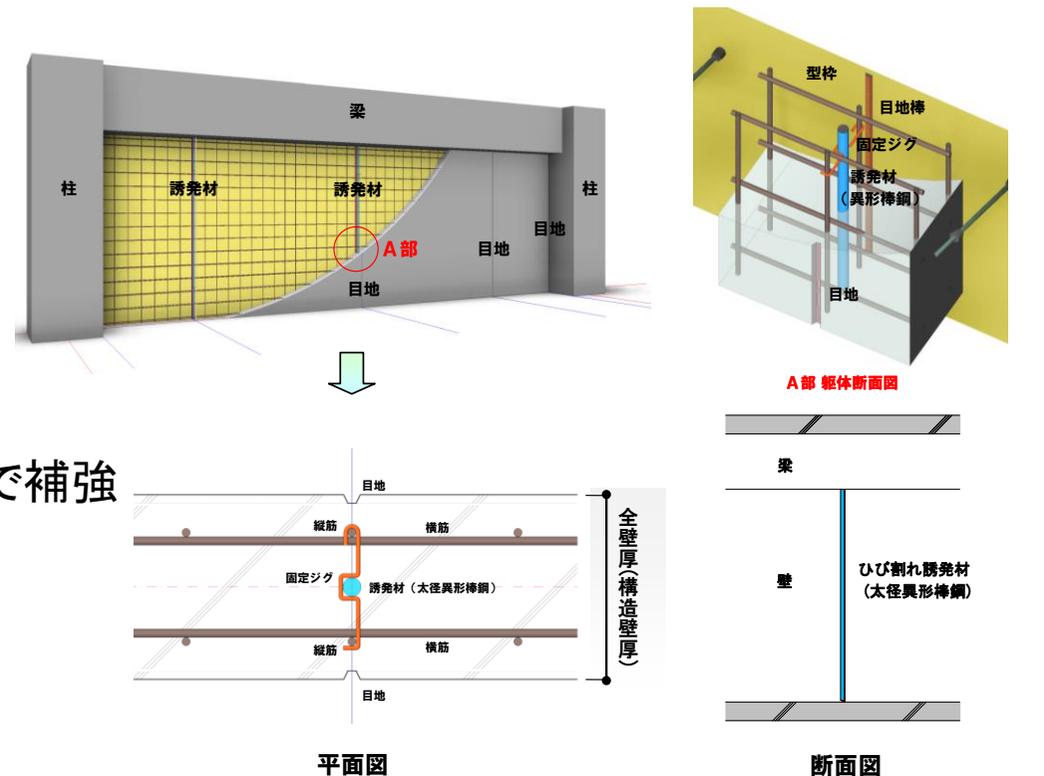
⇒耐震壁の構造性能が低下しない

- ・壁の増打ちコンクリートが不要=コストを低減
- ・打ち増しによる重量増がなくなる  
=建物軽量化に伴う耐震安全性の向上
- ・室内空間におけるプランニングスペースの拡大

(一財)日本建築総合試験所の建築技術性能証明を取得

GBRC性能証明 第14-24号改1

関連特許:No.4719032



無開口耐震壁の表面に設けた欠き込み目地と壁断面中央部のひび割れ誘発材および壁縦筋を直線状に配置し、コンクリート打設中に誘発材が移動しないよう、専用の固定ジグを用います。

ひび割れ誘発材は、床スラブ天端から上階梁下端までの間とし、上下階の梁内には定着しないように配置します。

図6 改良型鉄筋挿入工法概要図

## 2. 概要

### 2.3.1 工法の特長

- (1) ひび割れを目地内に誘導できるため、防水処理が容易になり、美観を損なわない。
- (2) 通常の耐震壁と同等の強度を持つため、雑壁をはじめさまざまな箇所に使用できる。
- (3) 特殊材料を使用しない(JISの異形棒鋼)ため、品質や耐久性等に関する懸念がない。
- (4) 専用固定ジグを使用することで、簡易ながらも精度の高い施工を可能にしている。
- (5) 鉄筋工による一連の作業の中でひび割れ誘発材の取り付けが可能であり、類似工法と比較して作業効率に優れ、対策費用が安価である。
- (6) 改良型鉄筋挿入工法を用いた耐震壁の耐力は、構造壁厚を目地底ではなく全壁厚として評価できるため、これまでに必要であった目地深さ厚の増打ちコンクリートが不要になる。

### 2.3.2 適用範囲

- (1) ひび割れ誘発目地の深さの総和は、壁厚の20%以内。
- (2) 誘発材率は、7.5%以上かつ20%以下。
- (3) 総断面欠損率は、25%以上かつ48%以下。
- (4) 施工者は、工法協会に入会し、工法研究会(正・限定会員)に所属することで使用できる。  
事業主・設計監理者等は、工法協会に入会(賛助会員)することで使用できる。
- (5) コンクリート 普通コンクリート(JASS5) 設計基準強度  $F_c(N/mm^2)$ :  $21 \leq F_c \leq 48$
- (6) 鉄筋(誘発材) 異形鉄筋: SD295A、SD295B、SD345、SD390 (JIS G 3112)
- (7) 固定ジグ 工法協会が指定する専用固定ジグ

## 2. 概要

### 2.4 使用材料

表1: 南棟基準階の柱, 梁および壁に使用したコンクリートの配合例

表2: 材齢28日時点でのコンクリートの力学的特性

### 2.5 計測概要

柱, 梁および壁のコンクリート打設後, 脱型時強度を確認のうえで壁型枠を脱型し, それ以降のひび割れ発生状況を調査した。

※壁表面のひび割れ幅は, クラックスケール(最小計測幅: 0.05mm)で計測

表1 コンクリートの配合例 (南棟)

配合の設計条件	W/C (%)	s/a (%)	単位水量 (kg/m <sup>3</sup> )	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> )	混和剤 (kg/m <sup>3</sup> )		備考
							高性能AE減水剤		
普通 30-18-20N	44.5	42.6	185	416	699	985	4.16		2, 3階
普通 27-18-20N	48.0	44.5	184	383	743	968	3.83		4~7階

表2 コンクリートの力学的特性

階数	南棟						北棟					
	打設日	管理材齢 (日)	設計基準強度	呼び強度	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	平均圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	打設日	管理材齢 (日)	設計基準強度	呼び強度	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	平均圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
1	10/5	28	36	39	57.5 56.6	57.1	10/11	28	36	39	50.6 51.4	51.0
2	10/24	28	30	33	42.8 44.1	43.5	10/29	28	33	36	42.1 44.6	43.4
3	11/10	28	30	33	52.0 52.3	52.2	11/16	28	33	36	45.0 45.7	45.4
4	11/28	28	27	30	47.5 47.6	47.6	12/2	28	27	30	47.4 44.1	45.8
5	12/14	28	27	30	46.5 44.2	45.4	12/19	28	27	30	45.9 46.7	46.3
6	12/29	28	27	30	44.6 46.3	45.5	1/10	28	27	30	42.2 42.9	42.6
7	1/25	28	27	30	41.9 41.5	41.7	1/30	28	27	30	37.3 39.0	38.2

# 3. 対策結果

## 3.1 ひび割れ発生状況

- 戸境壁に対して、総数169箇所 of 改良型鉄筋挿入工法を適用した目地を設置し、概ね目地内にひび割れを誘導(図7)。
- 目地部以外の壁面に生じたひび割れは3箇所のみで、ひび割れ誘導率は98.2%という高い結果  
⇒目地および誘発鉄筋の直線精度を確実に確保  
(高いひび割れ誘導率の要因)

- 目地部以外に発生したひび割れ: 図8  
南棟2階2箇所, 3階1箇所 = 全て南棟の壁発生位置が違う ⇒ 相関性はないと推察

- 南棟3階LD壁のひび割れ計測結果: 図9  
目地部を外れたひび割れ最大幅0.25mm  
目地内の最大幅0.15mm 抑制  
⇒屋内ひび割れ誘発実験結果と同傾向  
目地部の鉄筋量多  
(最大ひび割れ幅抑制の一因)

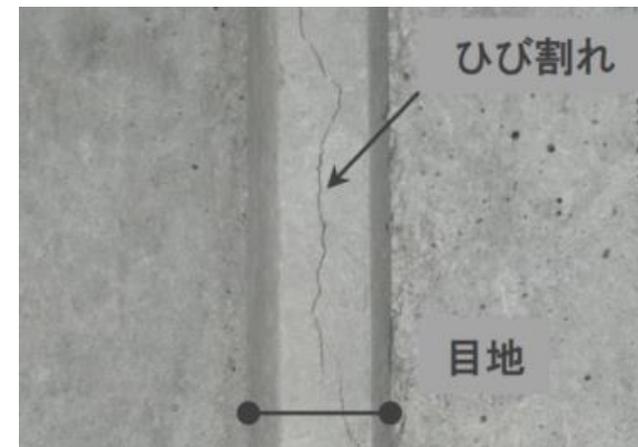


図7 目地内に誘導したひび割れ

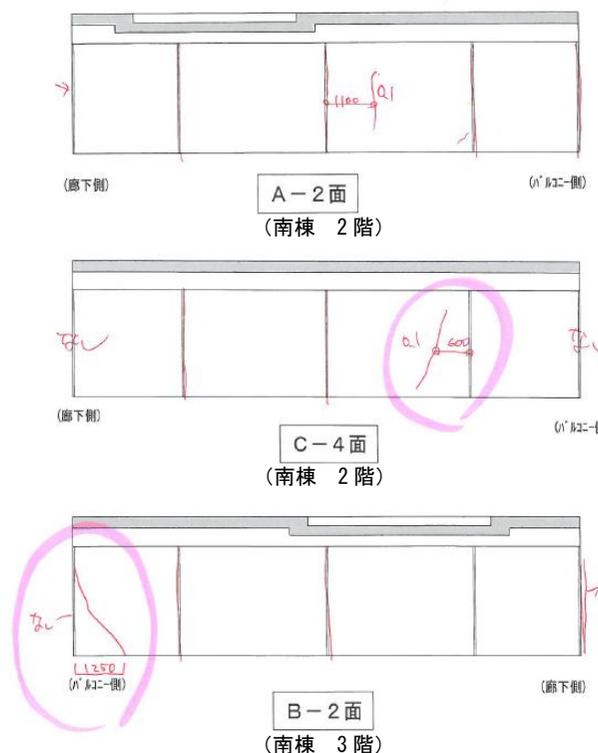


図8 目地部以外に発生したひび割れ

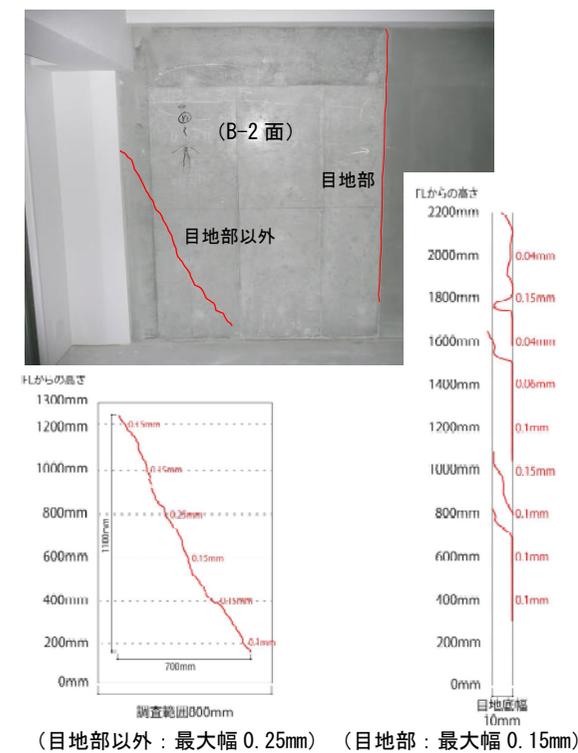


図9 南棟3階LD壁に発生したひび割れ

# 3. 対策結果

## 3.2 目地部の仕上げ方法

- 一般に、目地内に誘導されたひび割れは、日々の建物の伸縮によって動きが生じる。目地内にモルタル等の硬い材料を充填してクロスを仕上げた場合は、経年後のクロス表面に亀裂が生じる可能性が高まる。
- 本工事では目地内にシーリングを充填し、クロスはハット目地による対策を行った(図10, 図11)  
本対策では、クロス仕上げ面の鉛直方向に1mm幅程度の隙間が生じる  
⇒経年後も意匠性を維持するための防止策として、事前に発注者および設計監理者への説明を行い、モデルルーム対応を実施した。

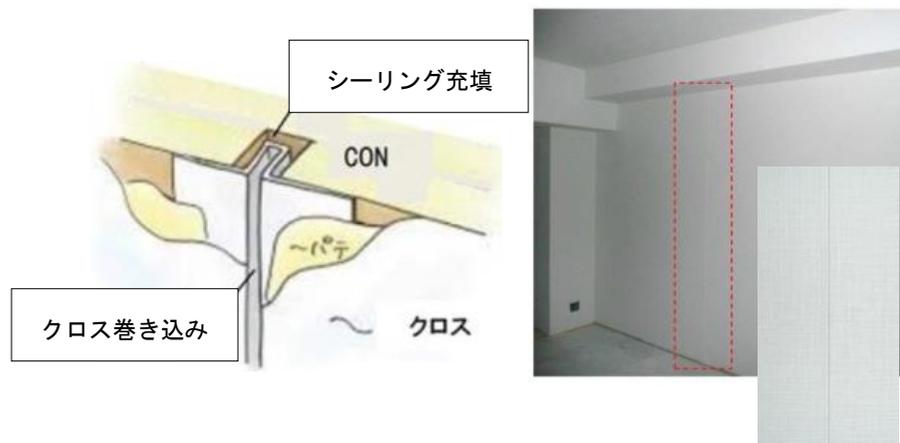


図10 戸境壁のハット目地による対策例

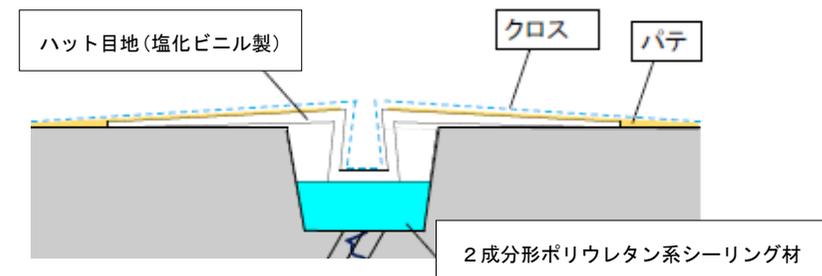


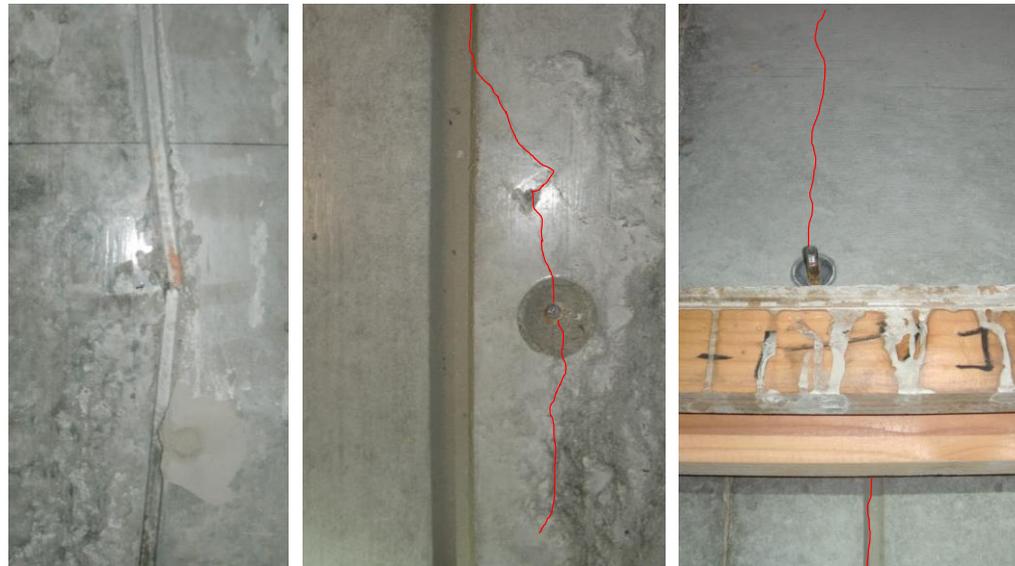
図11 目地部の仕上げ方法

# 3. 対策結果

## 3.3 失敗事例

### ●本工事での失敗事例：図12

- a. 細寸法のプラ製目地を使用したため、ゆがみが生じ、その形状に沿ってひび割れが生じた。
  - b. 壁セパレーター（以下、セパと称す）が目地部に近接しており、ひび割れがセパ部に流れた。
  - c. 梁側セパが目地部に近接していたため、目地内のひび割れが梁側セパ部に延伸した。
- ※b. c. については、目地に対するセパの位置を200mm程度離すことが望ましい。



a. 目地棒ゆがみ

b. 壁セパが近い

c. 梁側セパが近い

図12 本工事での失敗事例

# 3. 対策結果

## 3.4 対策費例

### ●改良型鉄筋挿入工法による対策費(材工)

- ①誘発材10万円, ②固定ジグ21万円, ③壁スペーサー16.8万円,
  - ④ハット目地21.6万円, ⑤シーリング18.5万円
- 計87.9万円, 約220円/m<sup>2</sup>(延床面積3,991m<sup>2</sup>)

⇒今後は, 本対策費が見積もり時点で計上できるよう,  
構造特記仕様書への本工法の掲載が望まれる。

①誘発材(異形鉄筋) D19 : 2.25kg/m, 長さ2.2m, 5本×壁35枚=0.87t : 10万円(材工)

②固定ジグEW18用 : @400円×3本×5箇所×壁35枚=21万円

③壁スペーサー(目地底かぶり確保用) : @100円×3×8×壁35枚×2(両面) = 16.8万円

④ハット目地(塩ビ製) : @700円×2.2m×2箇所×壁35枚×2(両面) = 21.6万円

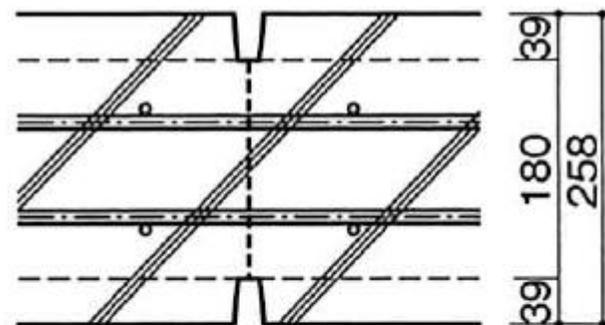
⑤シーリング(ウレタン) : @400円×2.2m×3箇所×壁35枚×2(両面) = 18.5万円

①~⑤合計 : 87.9万円/3,991m<sup>2</sup>=約220円/m<sup>2</sup> ※対策の色分けについては, 図2参照

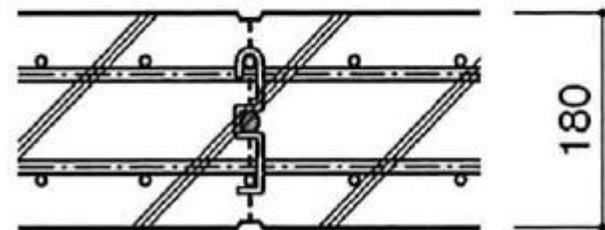
# 4. 効果

## 4.1 壁自重の低減

- 改良型鉄筋挿入工法は、従来の増し打ち対策と比較した場合、本建物1棟あたりの壁コンクリート量の30%(壁自重138t, コンクリート費90.3万円)が削減可能  
⇒ 環境面においては地球資源節約のための一助となる(図13)



増し打ち対策(断面欠損率30%)



改良型鉄筋挿入工法(総断面欠損率32.7%)

【壁コンクリート量/枚の比較】

壁内法寸法：10.0m(W)×2.2m(H)

増し打ち対策：10.0m×2.2m×0.258m=5.68 m<sup>3</sup>

改良型鉄筋挿入工法：10.0m×2.2m×0.18m=3.96 m<sup>3</sup> 30%減

【今回の建物1棟：7階建ての場合】

増し打ち対策：5.68 m<sup>3</sup>×5枚/階×7階=198.8 m<sup>3</sup>

改良型鉄筋挿入工法：3.96 m<sup>3</sup>×5枚/階×7階=138.6 m<sup>3</sup> 60.2 m<sup>3</sup> (138t) 減

コンクリート単価@15,000円(材工)×60.2 m<sup>3</sup>=90.3万円減

図13 改良型鉄筋挿入工法による壁自重の低減効果例

## 4. 効果

### 4.2 補修コストとの比較

図1に示した、一般的なひび割れ制御対策を施した同事業主の他物件

(5階建て、計82戸:延べ床面積7,700m<sup>2</sup>)

●竣工2年目までの戸境壁直貼りクロスに生じたひび割れによってクロス1面張替えを行った住戸数

⇒ 計10戸(クレーム発生率12%)・・・そのうちの1戸は1年目アフターサービスの再発

抜本的なひび割れ処置は未済のまま

⇒ 再発住戸の建物使用者の信用も失墜 ⇒ 3年目以降の対応も必至

●クレームのあった裏面側の住戸からの指摘はなかった

⇒ 本ひび割れ指摘数は氷山の一角と推察

⇒ 対応いかんによっては大幅に補修コストが膨らむおそれもある。

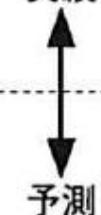
---

実績および予測……処置内容：ひび割れ部パテ処理＋クロス1面張替え

1～2年点検：{クロス1面張替(材工3万円, 家具養生・移動1万円)  
+社員立会・調整6.4万円} × 5戸 × 2年間 = 104万円

3～5年経過：{クロス1面張替(材工3万円, 家具養生・移動1万円)  
+社員立会・調整・見解9.6万円} × 3戸 × 3年間 = 122.4万円

実績



予測

---

図1に示した他物件の補修コスト：計226.4万円＝約300円/m<sup>2</sup>

本工事での対策費＝約220円/m<sup>2</sup>：80円/m<sup>2</sup>減(32万円減)

---

## 5. まとめ

本工事で得られた知見を以下に示す。

- (1) 戸境壁に対して、総数169箇所の改良型鉄筋挿入工法を適用した目地を設置することで、概ね目地内にひび割れを誘導できた。一方、目地部以外の壁面に生じたひび割れは3箇所のみで、ひび割れ誘導率は98.2%という高い結果となった。目地および誘発鉄筋の直線精度を確実に確保できたことが、高いひび割れ誘導率の要因と考えられる。
- (2) 目地部を外れたひび割れの最大幅が0.25mmに対し、目地内の最大幅は0.15mmと抑制されていた。この傾向は、これまでに屋内でひび割れ誘発実験を行った結果と同様であった。目地部の鉄筋量が多いことが、最大ひび割れ幅抑制の一因と考えられる。
- (3) 本工事では目地内にシーリングを充填し、クロスはハット目地による対策を行った。クロス仕上げ面の鉛直方向に1mm幅程度の隙間が生じるが、経年後も意匠性を維持するための防止策として、工事着手前に発注者および設計監理者への説明を行うことで、理解を得ることができた。
- (4) 本工事での失敗事例を紹介したが、今後も情報共有化およびFBが必要と考えられる。
- (5) 改良型鉄筋挿入工法による対策費(材工)は、約220円/m<sup>2</sup>(延床面積3,991m<sup>2</sup>)となった。今後は、本対策費が見積もり時点で計上できるよう、構造特記仕様書への本工法の掲載が望まれる。
- (6) 従来の増し打ち対策と比較した場合、本建物1棟あたりの壁コンクリート量の30%(壁自重138t, コンクリート費90.3万円)を削減できる。また、一般的なひび割れ制御対策を施した同事業主の他物件の補修コストと本建物の対策費を比較した場合、約80円/m<sup>2</sup>が低減できることが分かった。



ご清聴ありがとうございました。



[www.ccb-koho.com](http://www.ccb-koho.com)