

既存建築構造物の調査方法(耐震診断調査・劣化度調査)

【鉄筋コンクリート構造物編】

調査方法と解釈

株式会社 構研設計事務所

1. 鉄筋コンクリートと劣化

コンクリート劣化の徴候

【外観】

- ①骨材の露出
- ②表面剥離
- ③骨材の脱落
- ④紛状化
- ⑤軟化
- ⑥さびの浸出
- ⑦ポップアウト
- ⑧液状ゲルの浸出
- ⑨膨潤
- ⑩ひびわれの発生
- ⑪結晶の析出
- ⑫やせ細り
- ⑬鉄筋の露出、腐食

【内部】

- ①機械的強度の低下
- ②弾性係数の低下
- ③膨張、収縮
- ④中性化
- ⑤鉄筋の腐食
- ⑥気孔率の増加

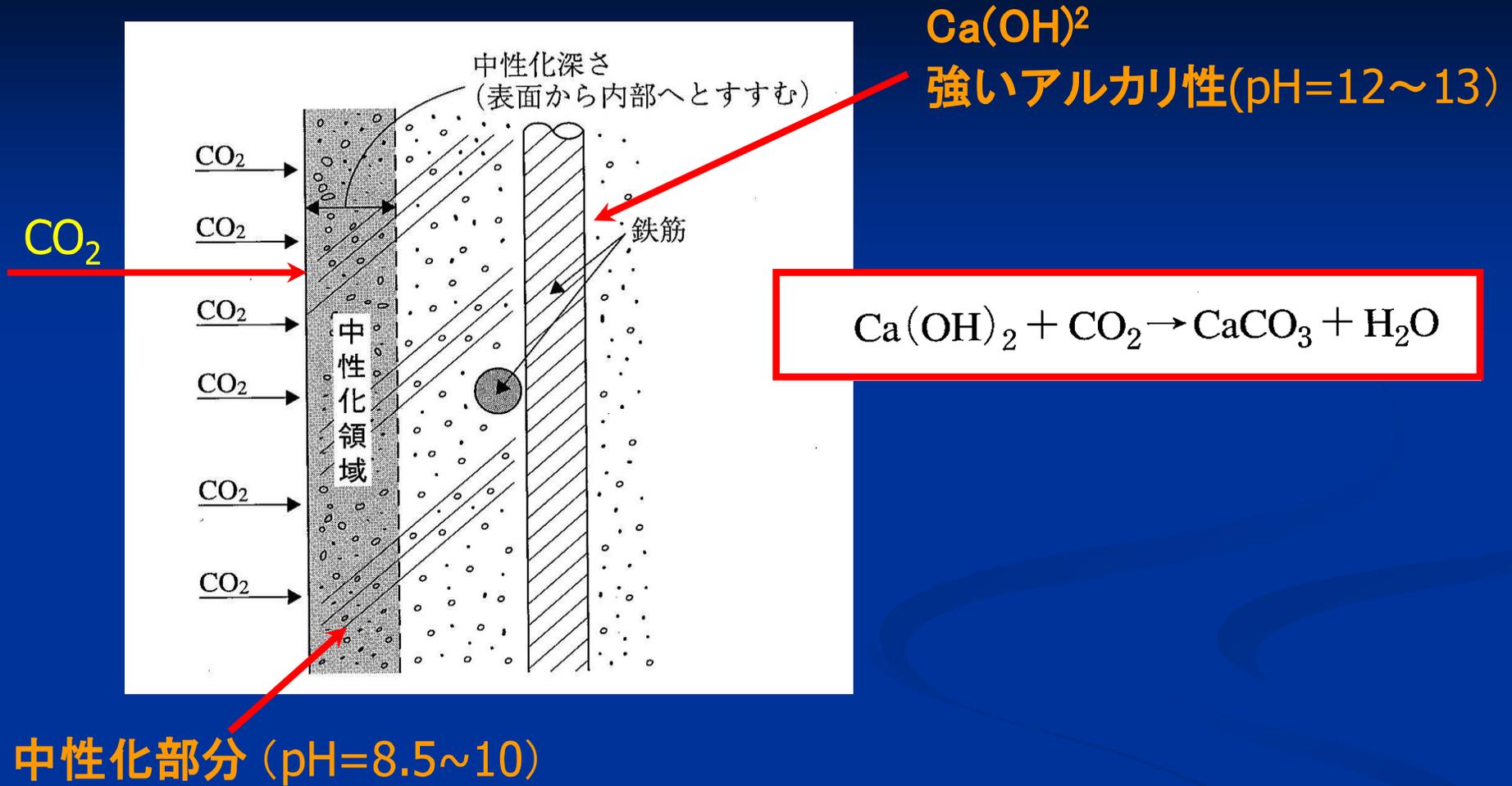


図1-1 中性化のメカニズム

中性化深さと鉄筋腐食の関係

- ① 鉄筋の腐食は、
屋内等によく乾燥したコンクリート中では、**中性化が鉄筋の位置よりさらに約2cm進んだ状態**で顕著。
屋外に面したコンクリート中では、**中性化が鉄筋の位置に到達した状態**で発錆。
- ② 鉄筋の錆は、
原体積の**2~3倍**に膨張、その圧力は**15t/cm²**に及ぶ。
↓
被覆コンクリート押し出し、ひび割れが発生し、爆裂に発展することもある。

中性化深さの測定方法

① フェノールフタレイン法

(pH8.2～10.0以上のアルカリ側で紅色に発色)

② 示差熱重量分析法、X線回折法

(成分を定量的に把握して判断する)

③ X線マイクロアナライザ

(コンクリートの形態観察と元素分析を同時に実施可能)

フェノールフタレイン法による中性化深さの測定

① コンクリート断面に、フェノールフタレイン指示薬を1%エタノール溶液として、噴霧器等で吹き付けて使用する。

(JIS K 8006)

② pH 8.2~10.0 以上のアルカリ側で赤くなり、中性化側で無色となることから、この時のコンクリート表面から発色点までの長さを測定する。



写真1-1 はつり法による
中性化試験

アルカリ側で紅色に発色
発色点までの長さを測定

圧縮試験後のコアを割裂し、
発色点までの長さを測定

写真1-2 コア割裂法による
中性化試験



調査結果をもとに、今後の中性化進行を予測する場合は以下に示す式を用いる。

$$y = b\sqrt{t}$$

- y : 表面からの中性化深さ(mm) ← 調査結果
- t : 時間(年) ← 調査結果
- b : 中性化速度係数(mm/ $\sqrt{\text{年}}$)

中性化深さ測定結果の評価

調査をしないで中性化進行を予測したり、調査結果と比較して進行度合を評価する場合は、以下に示す岸谷式を用いる。

$$t' = \frac{7.2}{R^2 (4.6x' - 1.76)^2} y^2$$

ここに、 t : y まで中性化する期間(年)

y : 中性化深さ(cm)

x : 水セメント比(%), $x' = x/100$ ($x=60\%$ と仮定)

R : 中性化率(打放し仕上げを仮定して、 $R=1.0$ とする)

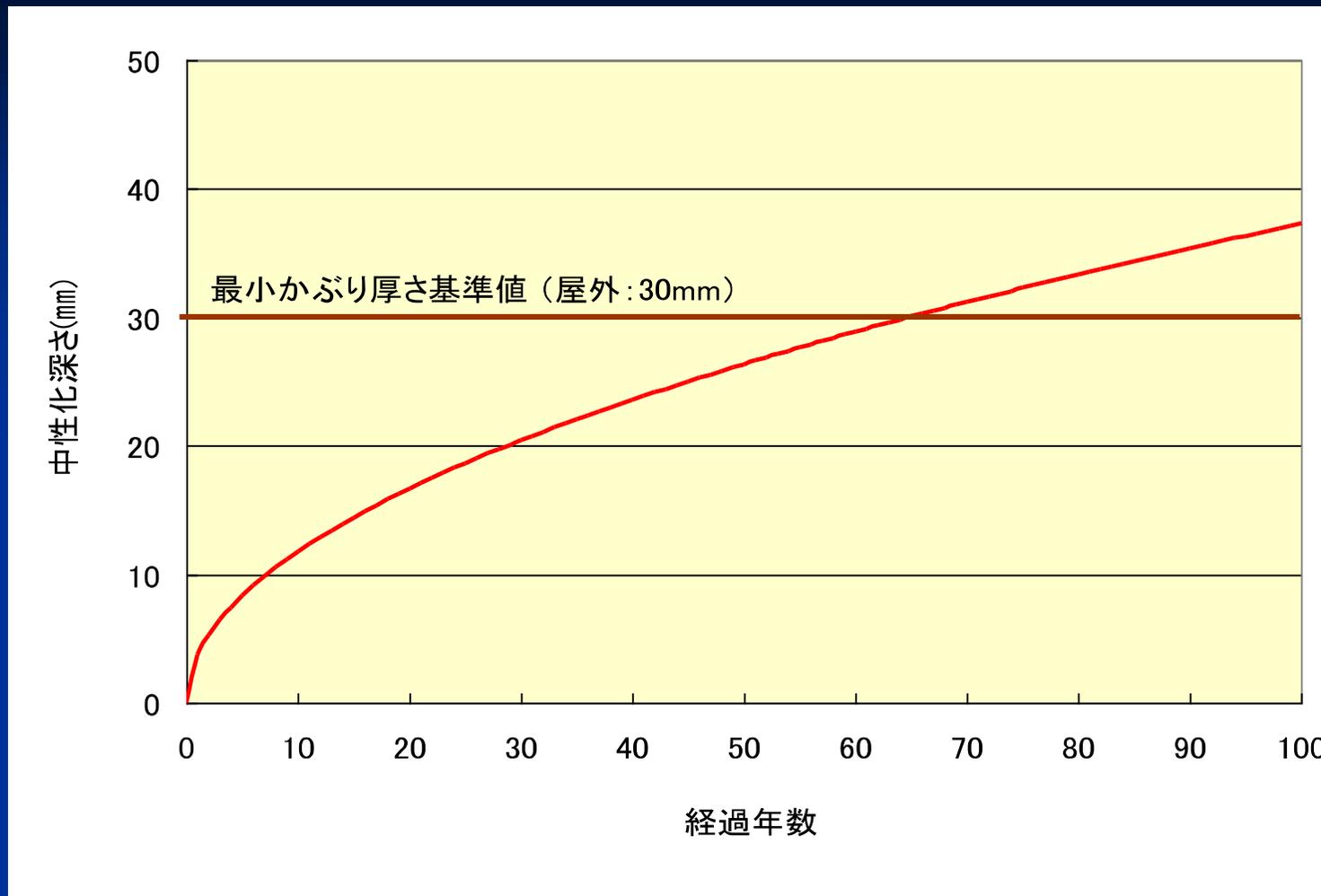


図1-2 中性化の進行速度

中性化深さに影響を及ぼす要因

- ① セメントの種類による中性化速度の違い
早強ポルトランド<普通ポルトランド<中庸熱ポルトランド
(混合セメントでは混合物が多いほど大きい)
(養生条件によって大きく影響)
- ② 骨材の種類による中性化速度の違い
普通<川砂・人工軽量粗骨材<人工軽量細骨材・同粗骨材
(人工軽量骨材コンクリートは普通コンクリートの1.1~1.5倍)
(透気性の大きい骨材ほど大きい)
- ③ AE剤やAE減水剤など表面活性剤の種類による差異は無し
- ④ コンクリートの圧縮強度による中性化速度の違い
圧縮強度大<圧縮強度小
(中性化は圧縮強度には影響なし)

- ⑤ **水セメント比による中性化速度の違い**
水セメント比小<水セメント比大
(水セメント比が小さくなるとセメントペースト部の空隙が少なくなる)
- ⑥ **環境条件による中性化速度の違い**
温度が上昇(50℃以上)、炭酸ガス濃度が大きくなると進行が速くなる。湿度が高い(70%以上)と進行が遅くなる。
- ⑦ **ひび割れ、ジャンカ部は進行が速い。**
- ⑧ **仕上材の種類による中性化速度の違い**
仕上材があることによって中性化速度は遅くなる

表1-1 仕上げ材による中性化速度比(遅延効果)

中性化速度は調査位置、仕上げ材等により異なる。

屋 内							
仕上材 なし	プラス ター	塗装	モルタル + プラスター	モルタル	タイル	人造石	モルタル + 塗装
1.00	0.73	0.61	0.49	0.48	0.31	0.31	0.19

屋 外				
仕上材 なし	モルタル	モルタル + 塗装	タイル	モルタル + リシン
1.00	0.26	0.20	0.16	0.12

2. 鉄筋コンクリートとひび割れ

耐震診断基準によるひび割れの分類

「既存RC造建築物の耐震診断基準」では、以下のようにひび割れを分類している。

【構造ひび割れ】

- ① 不同沈下によるひび割れ
- ② 長期荷重によるひび割れ
- ③ 地震力によるひび割れ

【変質・老朽化ひび割れ】

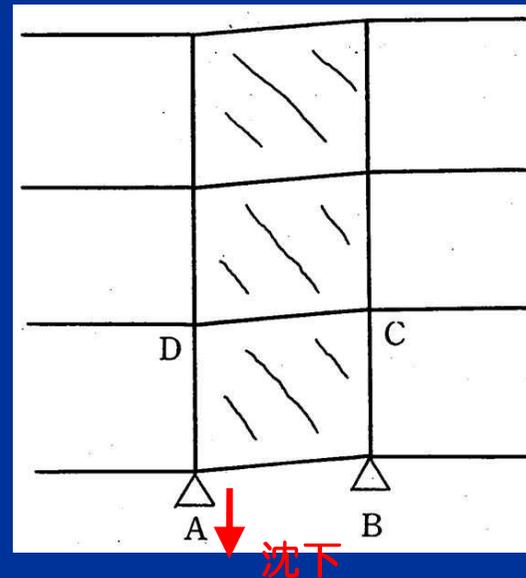
- ④ 鉄筋の発錆膨張によるひび割れ
- ⑤ 火災による表面加熱のためのはだわれ
- ⑥ コンクリートの乾燥収縮などの材料的なひび割れ

表2-1 2次調査の減点数集計表：第2次診断
 (日本建築防災協会「既存RC造建築物の耐震診断基準・同解説」より)

項目	構造ひび割れ・変形			変質・老朽化		
	a	b	c	a	b	c
程度	・不同沈下によるひび割れ	・地震力(長期荷重)による細いせん断ひび割れ	・地震力(長期荷重)による細い曲げひび割れ	・鉄筋の発錆膨張によるひび割れ	・コンクリートの乾燥収縮などの材料的なひび割れ	・コンクリートの乾燥収縮などの材料的なひび割れ
範囲	・地震力(長期荷重)による太いせん断ひび割れ	・地震力(長期荷重)による太い曲げひび割れ		・火災による表面加熱のためのはだわれ		
部位						
①総床数の1/3以上	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001

① 不同沈下によるひび割れ（構造ひび割れ）

壁には、最下階から最上階まで同じ方向、同じ幅のひび割れが発生する。



壁のひび割れ

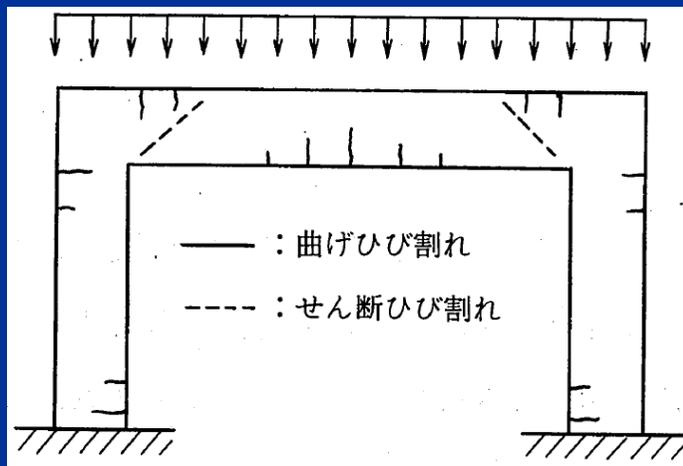
図2-1 不同沈下によるひび割れ

② 長期荷重によるひび割れ（構造ひび割れ）

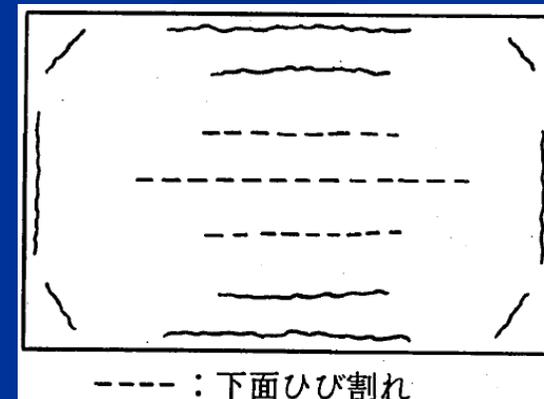
柱や梁には、長期荷重では曲げひび割れが発生することが多く、せん断ひび割れの発生は稀である。

スラブには、通常は長期荷重によるひび割れは発生しないが、たわみが大きい場合は曲げひび割れの発生がある。

壁には、長期荷重ではひび割れは発生しない。



柱・梁のひび割れ



スラブのひび割れ

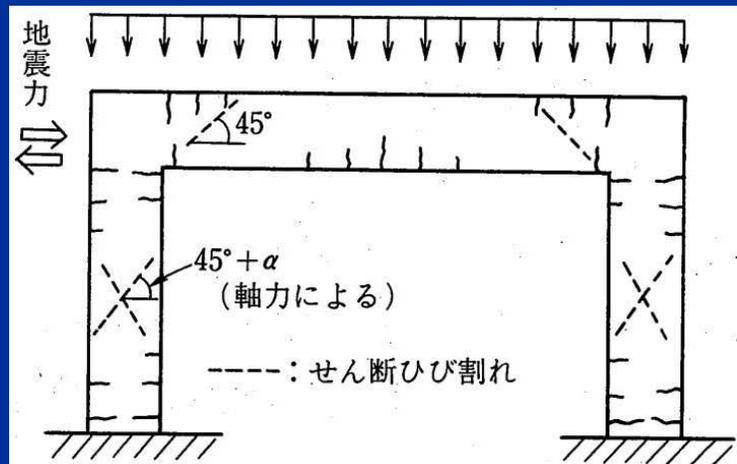
図2-2 長期荷重によるひび割れ

③ 地震力によるひび割れ（構造ひび割れ）

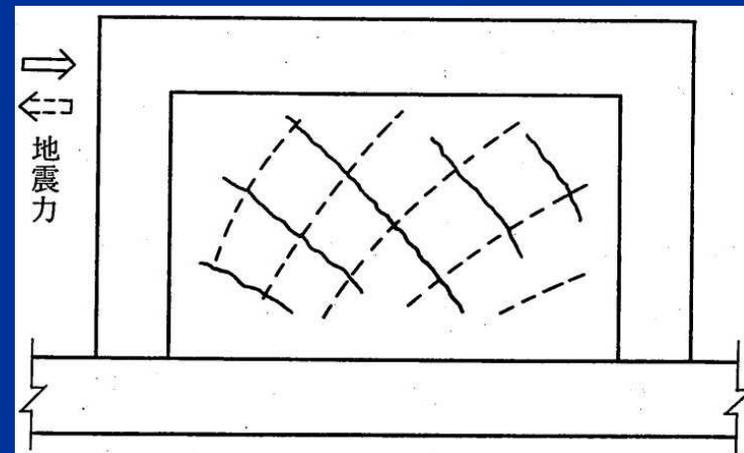
柱や梁には、曲げが引張側となる位置に曲げひび割れが発生し、柱の中央にはX形のせん断ひび割れが発生する。

壁には、地震力が繰り返し作用するのでX形のせん断ひび割れが発生する。

スラブには、地震力によるひび割れは発生しない。



柱・梁のひび割れ



壁のひび割れ

図2-3 地震力によるひび割れ

④ 鉄筋の発錆膨張によるひび割れ(変質・老朽化ひび割れ)

以下に示す様々な原因が単独、または相互に関係して鉄筋の発錆膨張によるひび割れは発生する。

- 塩化物の浸透による内部鋼材の錆
- 中性化による内部鋼材の錆
- かぶり（厚さ）不足
- コンクリート中の塩化物
- 過大なひび割れ

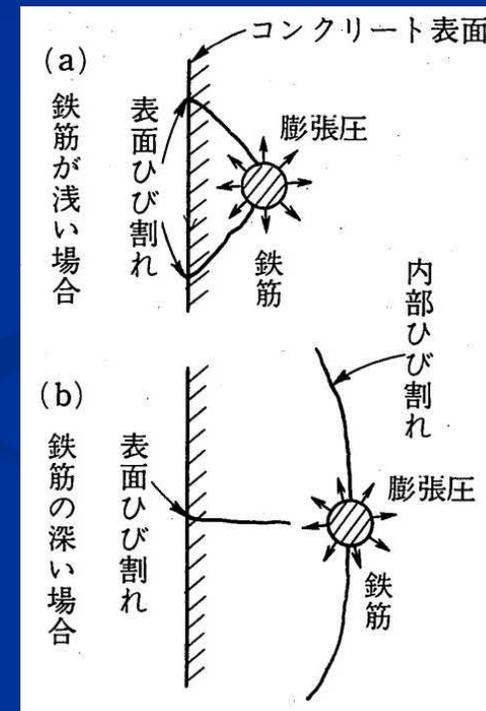


図2-4 鉄筋腐食の膨張圧によるひび割れ

⑤ 火災による表面加熱のためのはだわれ
(変質・老朽化ひび割れ)

火災による被災履歴のある建物では、コンクリートの表面に網目状のひび割れとともに梁や柱にほぼ等間隔に太めのひび割れが発生する。



図2-5 火災を受けた構造物のひび割れ例

⑥ コンクリートの乾燥収縮などの材料的なひび割れ (変質・老朽化ひび割れ)

コンクリートの乾燥収縮などの材料的なひび割れの代表的なものとして

「乾燥収縮によるひび割れ」

「温度伸縮（屋根の熱膨張）によるひび割れ」

が挙げられる。

実際の建物のひび割れ発生原因を追求すると、最も多くひび割れの発生原因に顔を出すのはコンクリートの乾燥収縮である。

建築の場合、この乾燥収縮によるひび割れの発生パターンを理解することにより、かなりの場面でひび割れの発生原因の推定が可能になる。

【壁やスラブ単体の場合】

乾燥収縮の影響が最も際だって現れるのが、周辺を梁や柱に囲まれた壁やスラブになる。

乾燥収縮量が多い壁やスラブは、下図に示すように周辺の梁や柱から外側に引張られることになり、その引張力によりひび割れが発生する。

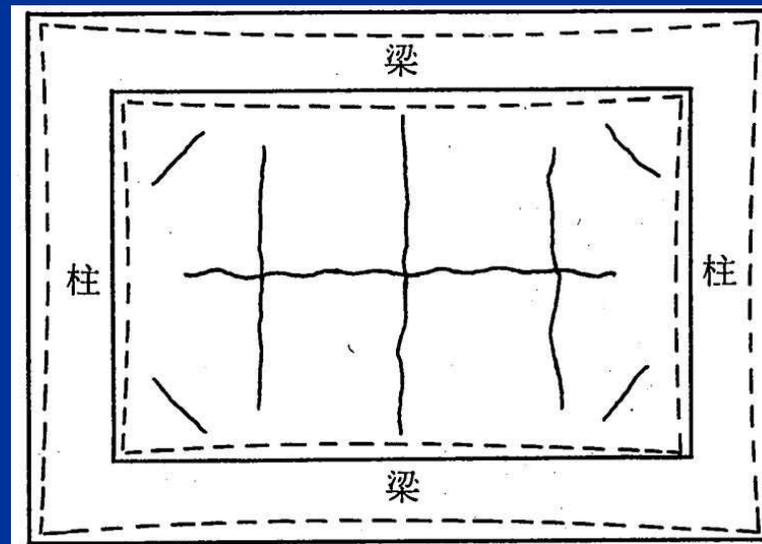


図2-6 壁やスラブの乾燥収縮ひび割れと周辺架構の変形

【壁やスラブの突出部の場合】

腰壁、そで壁、片持ちスラブ、パラペット、庇、手摺、垂れ壁等の突出部はひび割れが発生しやすい。

突出部の場合、梁や柱の厚い部材と壁やスラブの薄い部材の乾燥収縮の差によって下図に示すように先端部分に引張力が生じ、**突出部には先端よりひび割れが発生する。**

このひび割れは、等間隔に発生するのが特徴になる。

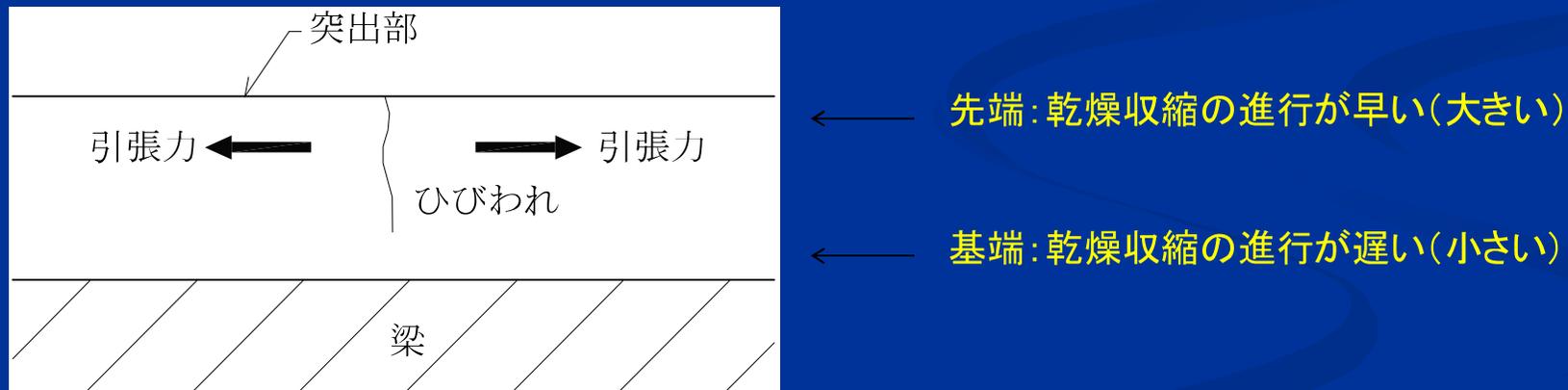


図2-7 壁やスラブの突出部に発生するひび割れパターン

【壁やスラブの開口隅角部の場合】

壁や床の開口隅角部は、前述の突出部が直交しているので、下図に示すように基端と先端にひずみの差により先端に引張力が生じ、**開口隅角部からひび割れが発生することになる。**

実際の建物では開口隅角部よりひび割れは多く見られる。

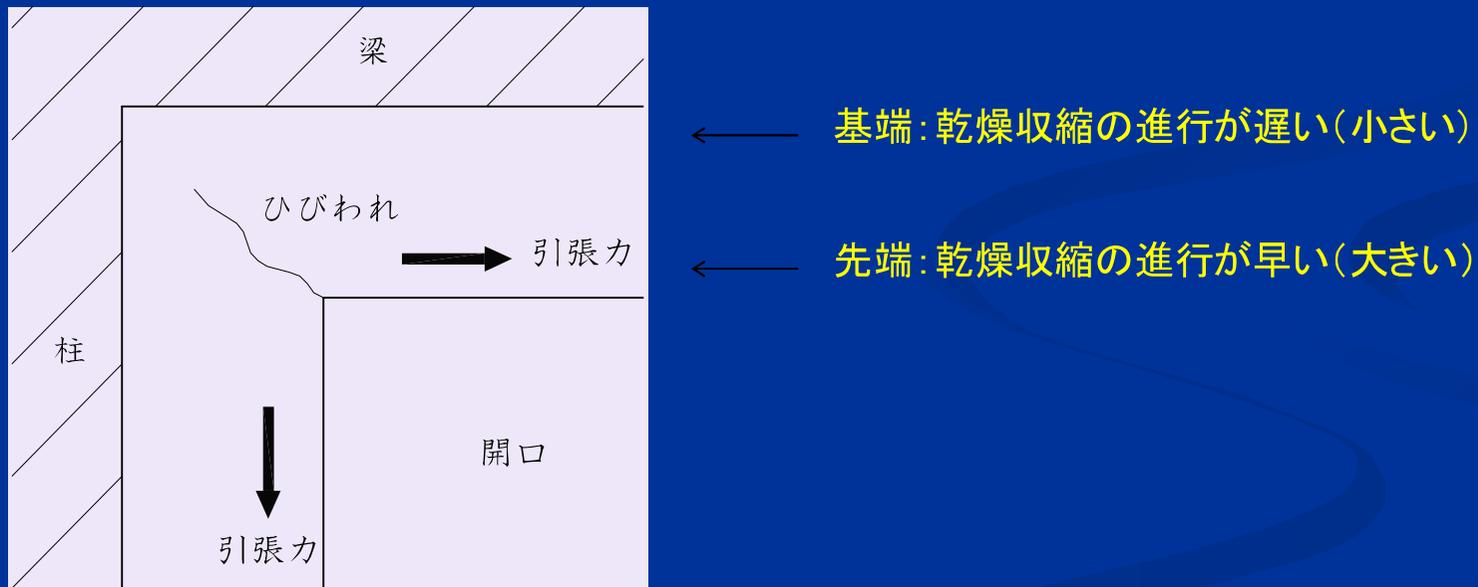


図2-8 壁やスラブの開口隅角部に発生するひび割れパターン

【壁（建物全体）の場合】

基礎部は地中にあるためほとんど乾燥収縮は生じないので、建物の変形は下図の点線のようにになる。

最下階では基礎部との間に端部ほど大きな変形のギャップが生じ、建物中央方向に向く引張力を受け、壁には建物の左右で逆対象の逆八の字形のひび割れが発生する。

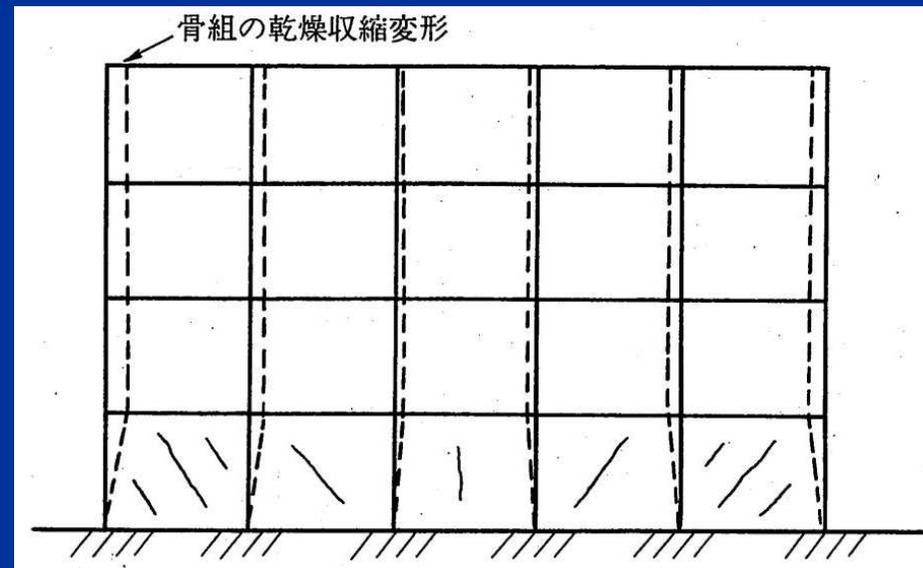


図2-9 骨組の乾燥収縮による変形と壁のひび割れ

【スラブ（建物全体）の場合】

スラブの場合にも梁と同じように、建物全体の乾燥収縮により長手方向に建物中央部に向かう水平力が作用し、中央部において最大の引張力が発生する。

この建物全体の乾燥収縮による引張力と、スラブ単体の厚い部材と薄い部材の乾燥収縮の差による引張力によって、**下図に示すようなパターンでひび割れが発生する。**

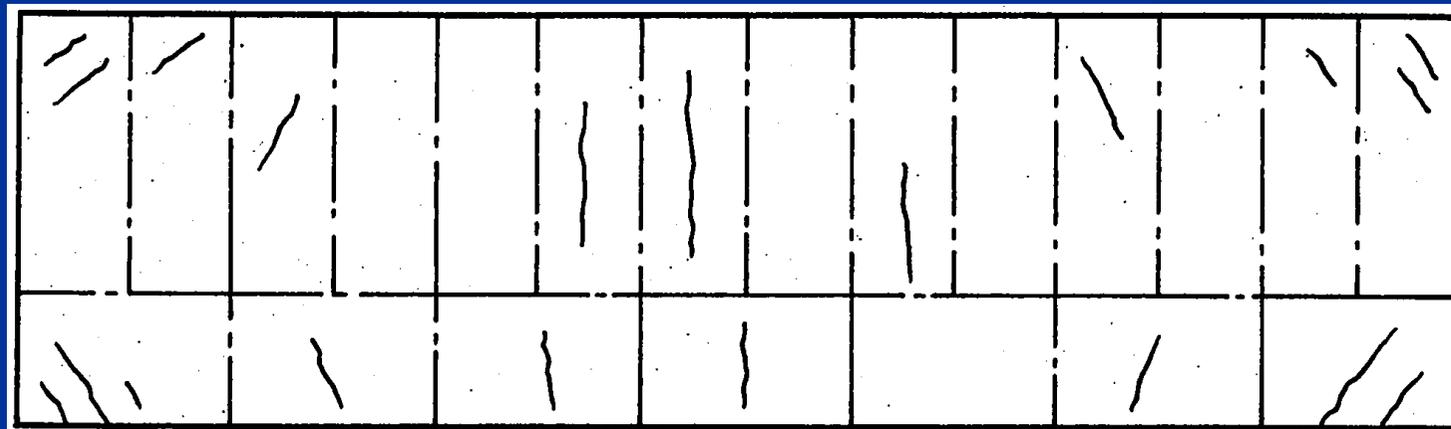


図2-10 スラブ（建物全体）に発生するひび割れパターン

＜温度伸縮（屋根の熱膨張）によるひび割れ＞

夏の暑い日などの日射を受ける屋根面においては、下図に示すように最上階の屋根スラブ及び梁が熱せられて膨張し、建物上面に外部側へ押し出そうとする力が働く。

この力が大きいと、最上階の壁が耐えきれなくなり、**八の字形**にひび割れが発生する。

セットバックしている場合は、最上階だけでなく、建物がセットバックしている屋根の下の壁でも発生する。

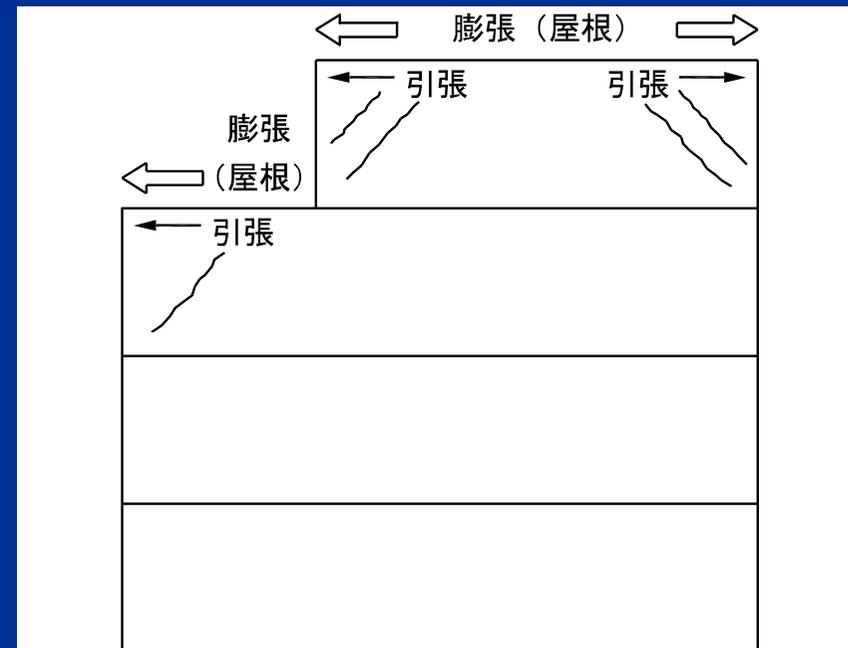


図2-11 温度伸縮（屋根の熱膨張）によるひび割れの発生パターン

ひび割れの評価

各種文献ではひび割れの評価は主にひび割れ幅によって行われている。ひび割れはひび割れ幅で区分分けされるが、ひび割れの原因推定も考慮したうえでの評価が必要である。

ひび割れの評価方法は目的別に以下に示す文献が挙げられる。

【構造耐力上主要な部分に瑕疵が存する可能性の判定】

住宅の品質確保の促進等に関する法律に基づく「住宅紛争処理の参考となるべき技術的基準」

【補修・補強の要否判定】

日本コンクリート工学協会「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針－2009－」

日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針（案）・同解説」

建設大臣官房技術調査室監修「鉄筋コンクリート造建築物の劣化診断技術指針・同解説」

3. 構造体の調査方法

3-1 予備調査

- (1) 建物概要
- (2) 建築物の履歴
- (3) 既存資料の有無
- (4) 現地調査用図面の作成

(1) 建物概要

調査項目

- 建物名称・所在地・現在の用途・設計者・工事監理者・竣工年(設計年)
- 建物の階数・高さ・主要構造の構造種別と構造形式・基礎形式・床面積・階高・平面及び立面形状の特徴・主な外装及び内装・敷地の地盤・地形など。

(2) 建築物の履歴

調査項目

- ア. 用途変更などの使用履歴
- イ. 増改築・大規模な模様替え
- ウ. 経年劣化の有無と補修の履歴
- エ. 過大なひび割れ・雨漏り・たわみ障害・
建具の開閉障害等の不具合の有無
- オ. 火災・衝突などの被災履歴の有無
- カ. 周辺環境

(3) 既存資料の有無

調査内容

- 1.設計図書
- 2.構造計算書
- 3.竣工図
- 4.設計変更図
- 5.地盤調査報告書 等

(4) 現地調査用図面の作成

- ・現存する資料より、現地調査用図面を作成する。

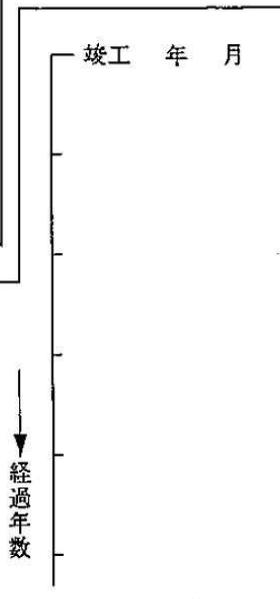
【伏図と軸組図を新たに作成】

- ・軸組図はない場合が多い。
- ・軸組図がない場合は、平面図、立面図、断面図、伏図、断面リスト等を参考に新たに軸組図を作成する。
- ・伏図はほとんどの場合あるが、コンクリートの壁が記載されていない場合が多いので、新たに作成してコンクリートの壁を記載しておく。

図3-1 【ヒヤリングシート(日本建築学会)】

解説表 3.2 建築物概要調査表⁹⁾

<p>1. 調査概要</p> <p>1.1 調査年月日 _____年____月____日</p> <p>1.2 調査担当機関名 _____</p> <p>1.3 機関所在地 〒_____</p> <p>1.4 連絡先 Tel _____</p> <p>1.5 担当者名 _____</p> <p>1.6 調査の動機 <input type="checkbox"/>定期点検, <input type="checkbox"/>増改築, <input type="checkbox"/>耐震診断, <input type="checkbox"/>耐久性診断, <input type="checkbox"/>解体に伴うデータ 収集, <input type="checkbox"/>その他()</p>	<p>3. 建築物環境</p> <p>3.1 地域区分 <input type="checkbox"/>寒冷, <input type="checkbox"/>温暖, <input type="checkbox"/>亜熱帯 _____</p> <p style="margin-left: 20px;"><input type="checkbox"/>田園・郊外, <input type="checkbox"/>市街地, <input type="checkbox"/>工場地帯 <input type="checkbox"/>温泉地, <input type="checkbox"/>山間部</p> <p>3.2 振動 <input type="checkbox"/>有(), <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>3.3 化学物質 <input type="checkbox"/>有(), <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>3.4 熱 <input type="checkbox"/>有()℃ <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>3.5 海岸からの距離 <input type="checkbox"/>0 m, <input type="checkbox"/>0~100m, <input type="checkbox"/>0.1~1 km _____</p> <p style="margin-left: 20px;"><input type="checkbox"/>1~10km, <input type="checkbox"/>10km以上内陸</p> <p>3.6 海に面する面 <input type="checkbox"/>東, <input type="checkbox"/>南, <input type="checkbox"/>西, <input type="checkbox"/>北</p> <p>3.7 年間主風向 _____面</p> <p>3.8 平均風速 _____m/s</p>	<p>6. 材料</p> <p>6.1 コンクリート <input type="checkbox"/>普通, <input type="checkbox"/>軽量I, <input type="checkbox"/>軽量II, <input type="checkbox"/>その他()</p> <p>6.2 セメント <input type="checkbox"/>普通, <input type="checkbox"/>早強, <input type="checkbox"/>その他()</p> <p>6.3 粗骨材 <input type="checkbox"/>川砂利, <input type="checkbox"/>砕砂(岩石名:), <input type="checkbox"/>その他()</p> <p>6.4 細骨材 <input type="checkbox"/>川砂, <input type="checkbox"/>山砂, <input type="checkbox"/>海砂, <input type="checkbox"/>砕砂, <input type="checkbox"/>その他()</p> <p>6.5 混和材 <input type="checkbox"/>有(), <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>6.6 設計基準強度 _____kg/cm², <input type="checkbox"/>不明</p> <p>6.7 製造 <input type="checkbox"/>生コン, <input type="checkbox"/>現場練り, <input type="checkbox"/>工場生産, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>6.8 打設時期 <input type="checkbox"/>春(箇所:), <input type="checkbox"/>夏() <input type="checkbox"/>秋(), <input type="checkbox"/>冬() <input type="checkbox"/>不明</p> <p>6.9 仕上材 屋外() (主たるもの) 屋内()</p>		
<p>2. 建築物概要</p> <p>2.1 名称 _____</p> <p>2.2 所在地 _____</p> <p>2.3 用途 _____</p> <p>2.4 竣工年月 _____年____月</p> <p>2.5 経過年数 _____年</p> <p>2.6 階数 地下____階, 地上____階, 塔屋____階</p> <p>2.7 建築面積 _____m²</p> <p>2.8 延べ床面積 _____m²</p> <p>2.9 構造形成 <input type="checkbox"/>RC, <input type="checkbox"/>SRC, <input type="checkbox"/>その他()</p> <p>2.10 はり間長さ _____m, 柱スパン数 _____</p> <p>2.11 けた行長さ _____m, 柱スパン数 _____</p> <p>2.12 軒高 _____m</p> <p>2.13 基礎 <input type="checkbox"/>ベタ基礎, <input type="checkbox"/>独立基礎 <input type="checkbox"/>その他() <input type="checkbox"/>不明</p> <p>2.14 設計者 _____ <input type="checkbox"/>不明</p> <p>2.15 監理者 _____ <input type="checkbox"/>不明</p> <p>2.16 施工者 _____ <input type="checkbox"/>不明</p> <p>2.17 保全者 _____ <input type="checkbox"/>不明</p>	<p>4. 図書記録</p> <p>4.1 一般図 <input type="checkbox"/>有, <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>一部有, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>4.2 構造図 <input type="checkbox"/>有, <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>一部有, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>4.3 構造計算書 <input type="checkbox"/>有, <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>一部有, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>4.4 工事記録 <input type="checkbox"/>有, <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>一部有, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>4.5 仕様書 <input type="checkbox"/>有, <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>一部有, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>4.6 過去の調査資料 <input type="checkbox"/>有, <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>一部有, <input type="checkbox"/>不明</p>	<p>5. 建築物履歴</p> <p>5.1 用途変更 <input type="checkbox"/>有(), <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>5.2 増改築 <input type="checkbox"/>有(), <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>5.3 補修 <input type="checkbox"/>有(), <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>5.4 補強 <input type="checkbox"/>有(), <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>5.5 被災 <input type="checkbox"/>有(), <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>不明</p> <p>5.6 クレーム <input type="checkbox"/>有(), <input type="checkbox"/>無, <input type="checkbox"/>不明</p>	<p>7. 保守・管理上の特記事項</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>	<p>8. その他の特記事項</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>



3-2 実測調査

- (1) 図面照合調査
- (2) 構造寸法・部材断面調査
- (3) RC造の壁の配置と開口の大きさ
- (4) 不同沈下
- (5) EXPジョイント
- (6) ひび割れ・その他劣化
- (7) 非構造部材、付属工作物
- (8) その他

(1) 図面照合調査

調査のポイント

- 予備調査で準備した伏図、軸組図と現地を照合する。
- RC壁、CB壁、間仕切壁の種別を明確化。
- RC壁とCB壁との判別が見つからない場合、点検口等からの天井裏での確認、打音ハンマーなどによる打診、または、鉄筋探査機により配筋調査で判別。

(2) 構造寸法・部材断面調査

調査のポイント

- 計測する寸法によって、各種測定機材を使い分ける。
- 部材寸法を計測する時には、フカシ(増し打ち)に注意する。

使用機材

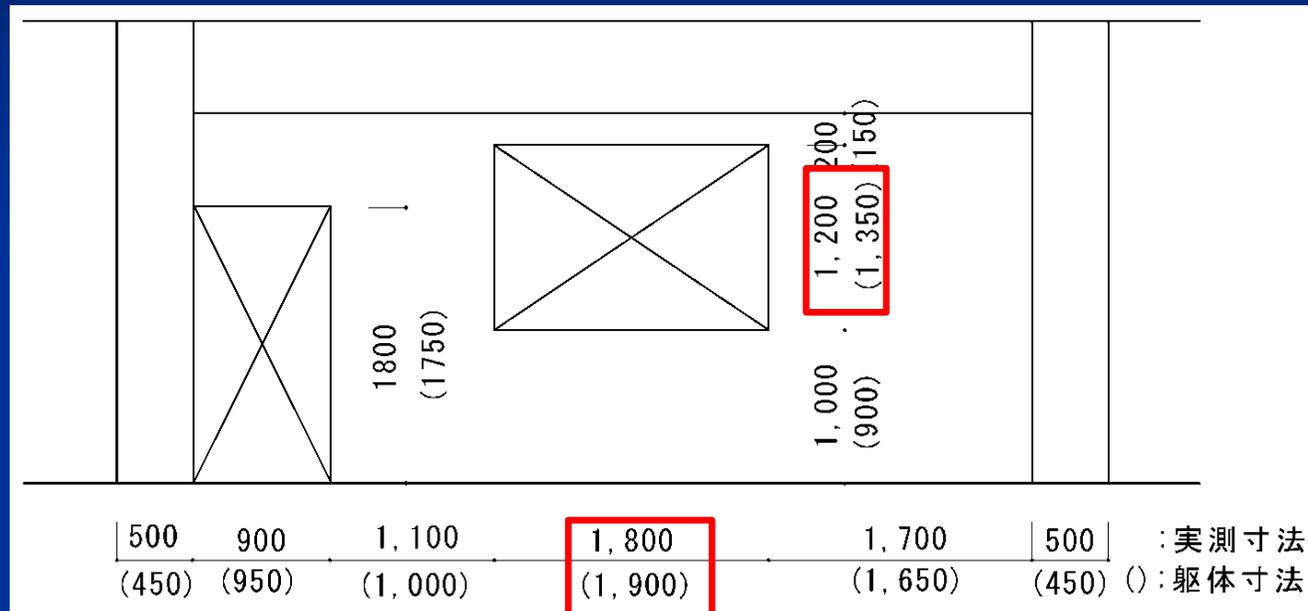


写真3-1 コンベックススケール



写真3-2 レーザー距離計

(3) RC造壁の配置と開口の大きさ



開口の躯体寸法は、実測寸法に対して左右上共に50mm、下が100mm程度大きくするのが一般的である。

図3-2 【耐震診断システムマニュアル】

事項	取扱方法
尺にて記入の場合	→ 1尺→30cmとして取扱う 面積も同様とする
壁長さは	→ cm単位として以下切捨
開口部の有効寸法は	→ サッシュ (ドア) 寸法 上下 5 cm, 左右 10 cm を加算する
耐力壁の有効寸法は	→ $l_1 \geq 45\text{cm}$

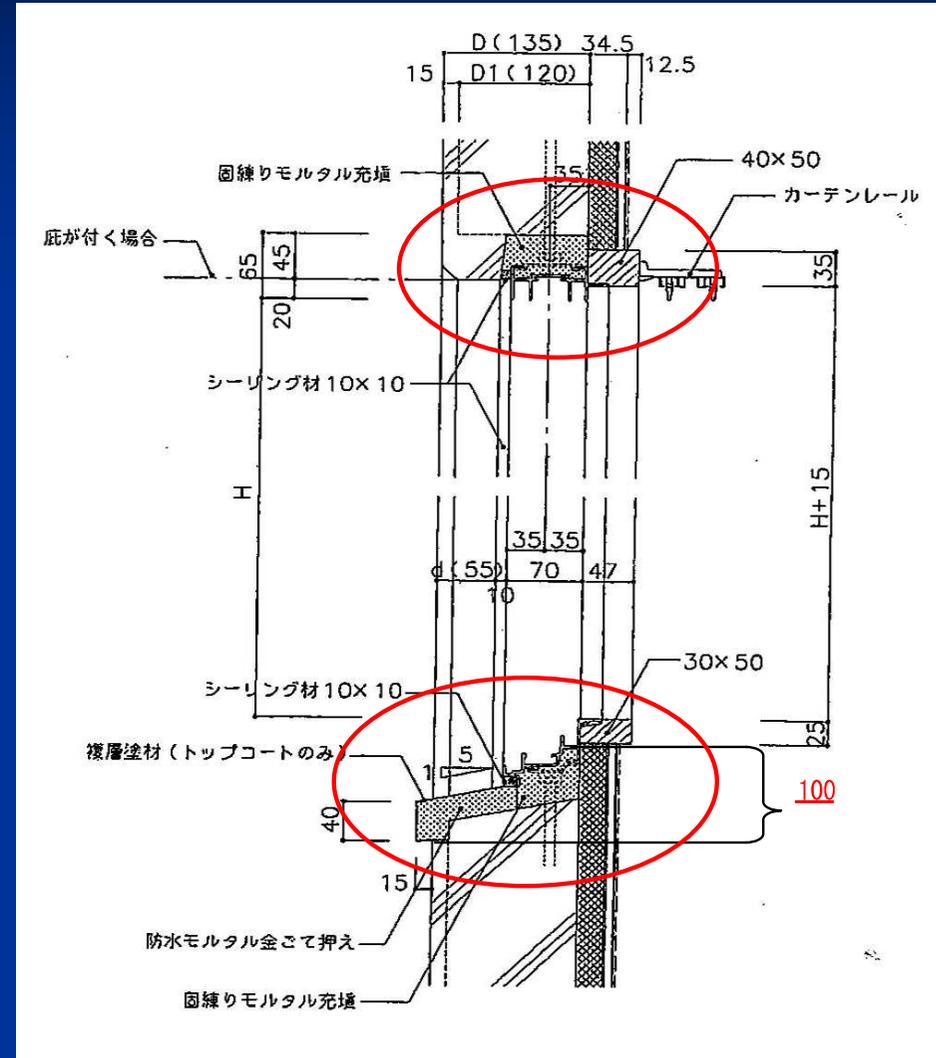
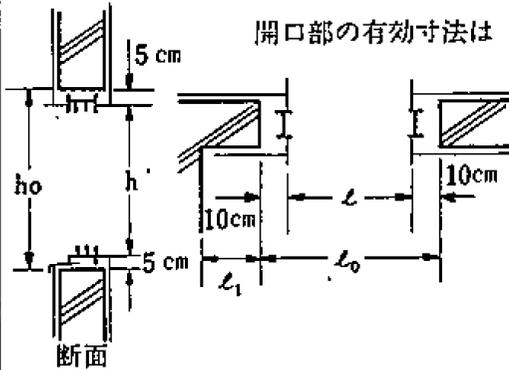




写真3-3 スチールテープによる
建物形状の測定



写真3-4 スチールテープによる
窓開口寸法の測定



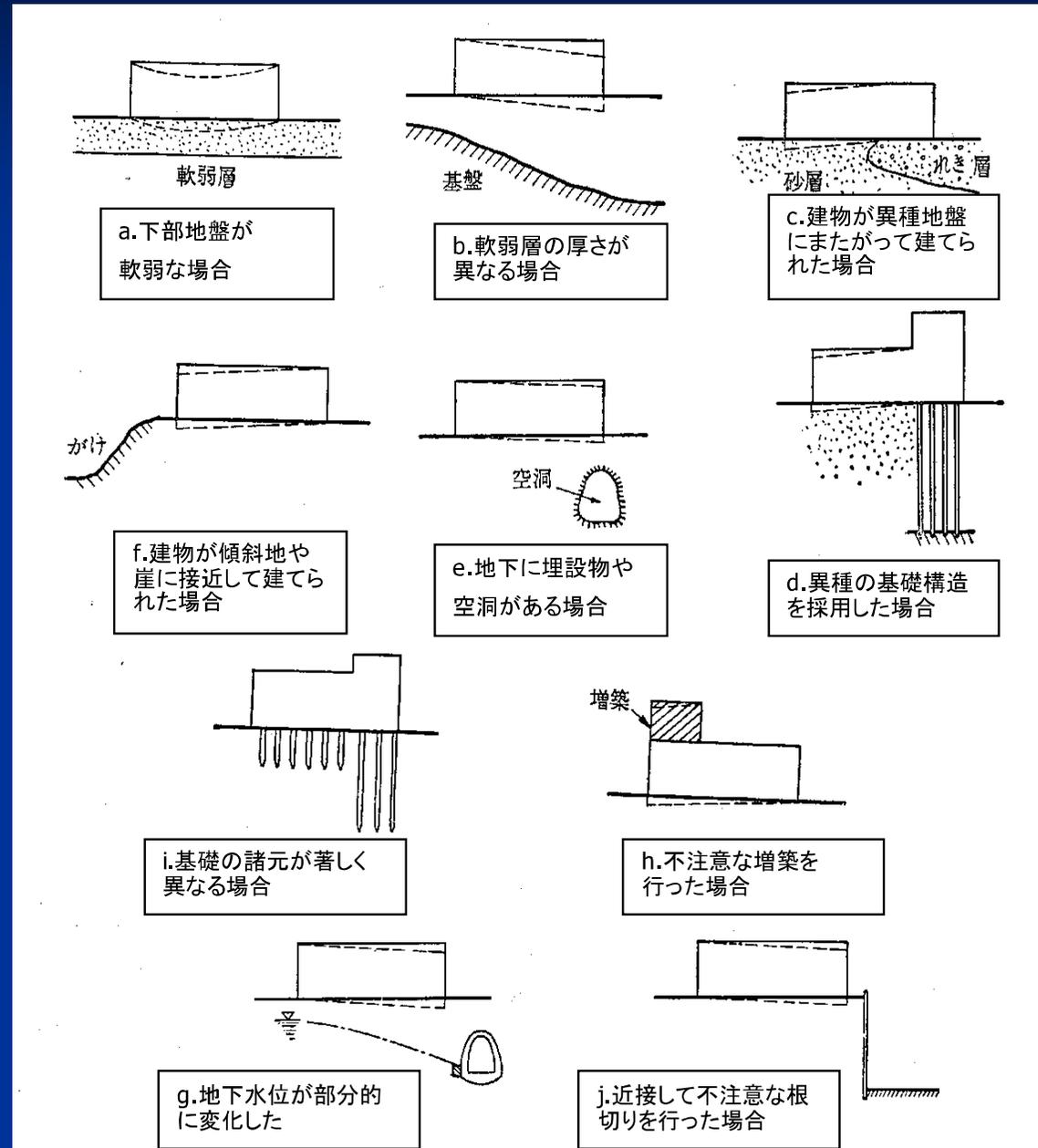
写真3-5 レーザー距離計による
柱間隔の測定



写真3-6 パルハンマー打診による
RC壁、CB壁の判別

(4) 不同沈下

図3-3 不同沈下の諸原因



- 新築時に水平に施工されていると思われる梁や床の上、下端で、柱根本付近のレベル差を測定する。
- 建物全体の傾向を判断するため3フロアー以上測定する。
(施工誤差を排除し、沈下の傾向を見るため)



写真3-7 一等水準儀による不同沈下測定



写真3-8 レーザーレベルによる不同沈下測定(1人での測定可)

鉄筋コンクリート造建築物のひび割れ発生限界の部材変形角 θ は

$$\theta = 1 \sim 2 \times 10^{-3} \text{ラジアン}$$

変形角で1/500~1/1,000

※ 不同沈下の計測結果には施工誤差も含まれているので、沈下に伴うひび割れ傾向も観察して、合わせて不同沈下の判定を行う。

(5) EXPジョイント

EXP.J



写真3-9 EXP.J 設置状況(屋外)

EXP.J



写真3-10 EXP.J 設置状況(屋内)

写真3-11 EXP.J 間隔の測定(屋内)



(6) ひび割れ・その他劣化

- ・ ひび割れ等の劣化現象を写真に撮り、平面図や立面図に記入する。
- ・ 構造躯体に重要な影響を与えるようなひび割れについては、幅や長さ等の測定も行う。

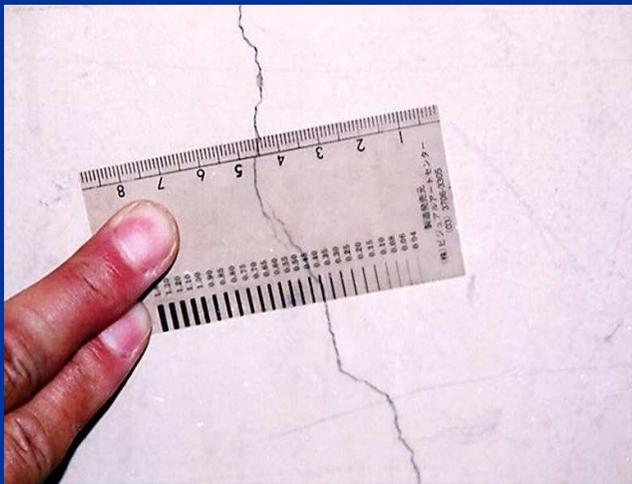


写真3-12 クラックスケールによる
ひび割れ幅の測定



写真3-13 腰壁に生じたひび割れ
及び漏水の痕跡



写真3-12 かぶり厚さ不足による
鉄筋腐食膨張、かぶり
コンクリートの剥落



写真3-13 躯体面に生じた豆板
及びコールドジョイント



写真3-14 硫化水素による脆弱化
及び鉄筋露出



写真3-15 火害によるコンクリート
のひび割れ及び剥落

(7) 非構造部材、付属工作物

非構造部材、付属工作物については、東日本大震災での被害が目立った。

今回の講習会では、別途講義を設けた。

4 コンクリート強度の調査方法

4.1 コンクリート圧縮強度推定方法の概要

- ・ コアボーリング法(75~100mmΦ)
- ・ ソフトコアリング法[コアボーリング法](16~26mmΦ)
- ・ 超音波による強度試験法
- ・ 衝撃弾性波による強度試験法
- ・ リバウンドハンマー(シュミットハンマー)による強度試験法



写真4-1 衝撃弾性波による
強度試験法



写真4-2 リバウンドハンマー(シュミットハンマー)
による強度試験法

4.2 コアボーリング法

(1) 試験の精度の範囲

- コアボーリング法による強度試験は、JIS A 1107(コンクリートからのコア及び梁の切取り方法並びに強度試験方法)による。
- コアの直径は、JISで定められた骨材径の3倍以上となる75～100mm程度で、ひび割れやジャンカなどがなく、圧縮試験の可能なものとする。

※ 通常、建築の場合、骨材径は20mmもしくは25mmを使用している。

(2)コンクリートコアの採取位置

- 採取位置は、各工期、各階毎としコンクリートの状況が判断できるように選定する。
- コアの本数は各階3箇所以上とし、壁や柱から採取する。
- 床面積が1500㎡を超える場合500㎡毎に1箇所追加する。

採取位置のワンポイント

- 補修が容易で、補修跡が目立たない位置を選定する。
(ゾラコート吹付や正面玄関等は避ける。)
- 危険と思われる場所は避ける。(分電盤周りやコンセントの垂直・水平位置)
- 外壁を抜くときは、庇など雨の当たらない場所を選定する。(漏水を防ぐため)

(3)コンクリートコアの強度試験及び中性化深さ試験の方法

① コアの採取方法

- 採取するコアの長さは、直径以上(2倍の長さが理想)とする。
- 鉄筋や断面欠損がなく、パイプ・木片などの不純物がないものとする。
- 鉄筋探査機により鉄筋の切断を避けるとともに、設備の配管図等を確認し、電線・水道管等を避ける。
- 切り取り方向は、原則として壁面、梁面、柱面に対して垂直となるように、常に機械の位置に留意し、ドリルビットの削孔速度は早すぎて切り取り面が不均一とならないように注意する。
- 採取位置を汚したりしないようシート等で適当に養生を行うとともに、床や梁からコアを採取する場合には、適当な防護を行うとともに周囲の安全に留意する。

② 現場記録及び写真撮影の方法

- 切取ったコアの側面に、
 - 調査建物名
 - 調査位置
 - 切取り方向を油性ペンで書入れる。
- 仕上材の種類も調査し、高さ及び仕上材厚さをノギスで測定して調査表に記入する。



写真4-3 採取した標準コア

③ 採取箇所養生及び補修の方法

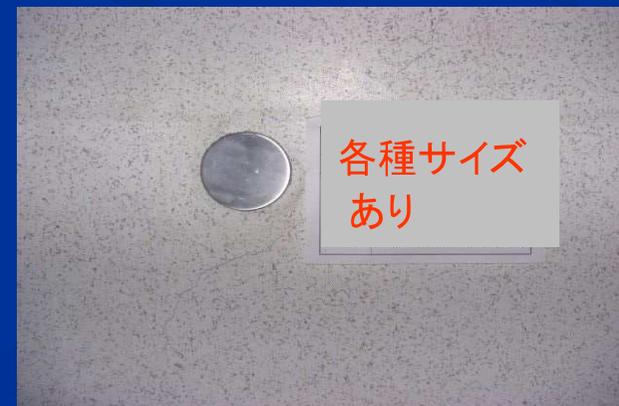
- 後日補修す場合は、採取箇所を危険のないように養生する。
- 採取箇所のコンクリートの設計基準強度以上の強度をもつモルタルを充てんする。
- モルタルが十分乾燥後、採取箇所と同じ仕上げ材により仕上げる。

補修方法のワンポイント

- 吹付タイルなど凹凸のある部位の仕上げは、パテにて凹凸感を出すと補修跡が目立たない。
- 場所及び作業時間によっては、ステンスプレートの設置が便利である。



パテ(ペンキ前)



ステンスプレート

④ コアの運搬方法

写真撮影後ただちに仕上げ材が剥離しないように粘着テープ等で止め、ビニル袋に入れて外気にふれないようにしてダンボール箱に収納して室内に保管する。

運搬中の振動等によるコンクリートコアの破損等がないよう十分注意して運搬する。

⑤ コアの処理方法

採取後のコアの養生は水中保存せずに採取後1～2日以内に試験を行う。

キャッピングは硫黄キャッピング又は、JISA 1132(コンクリートの強度試験用供試体の作り方)に準じて行う。

⑥ コアの強度試験

アムスラー等の試験機により、コンクリートコアの強度試験を行う。

その際、コンクリートコアの高さHと直径Dとの関係で、

$H/D \leq 2$ のときは表3.4.2の低減率を乗じて補正を行う。

また鉄筋を切断した場合は表3.4.3の補正係数を乗じて補正する。

表4-1 高さと比による強度の低減率

H/D	低減率
2.00	1
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.89

表4-2 鉄筋を切断したコア強度の補正係数

鉄筋の状態					
	9φ	1.02	1.03	1.05	1.07
	D13φ	1.03	1.04	1.05	1.08
	9φ	1.03	1.04	1.06	1.08
	D13φ	1.04	1.05	1.07	1.10

H：コアの高さ

D：コアの直径

中間は直線補間とする。

○：コアの平面図

□：コアの側面図

(4)コンクリートコアの強度試験及び中性化深さ試験、結果の記録

試験成績書に、試験結果を整理する。

(5)コンクリートコアの強度試験の評価

構造強度の推定は、階(打設階)ごとに平均値(X)から試験値の標準偏差(σ)の1/2(場合によっては標準偏差 σ)を差し引いた値で評価するのが一般的である。この時 σ の最小値は2.5 N/mm²とし、採用値は原則として設計基準強度の1.25倍程度かつ30 N/mm²を越えない範囲とする。試験成績書に、試験結果を整理する。

$$\text{平均値 } \bar{X} = \frac{X_1 + X_2 \cdots X_n}{n}$$

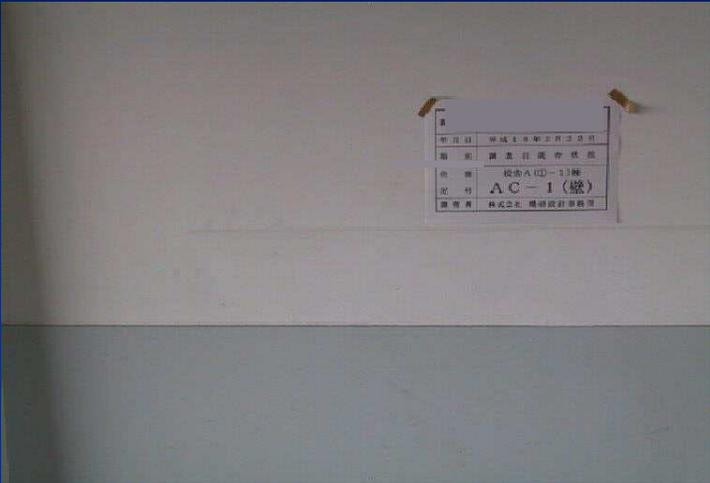
$$\text{標準偏差} : \sigma = \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}{n-1}$$

(6)低強度コンクリートについて

試験の結果、平均値Xが13.5N/mm²を下回る場合や平均値(X)から σ の1/2を引いた値が10.0 N/mm²を下回る場合には業務発注者の指示により再調査を行う。

標準コアによるコンクリート強度調査及びコンクリートの 中性化試験調査の手順

株式会社 構研設計事務所



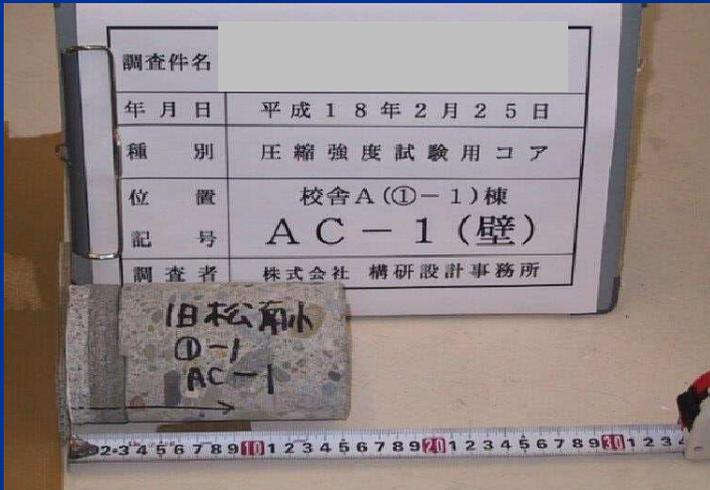
1.調査前既存状況



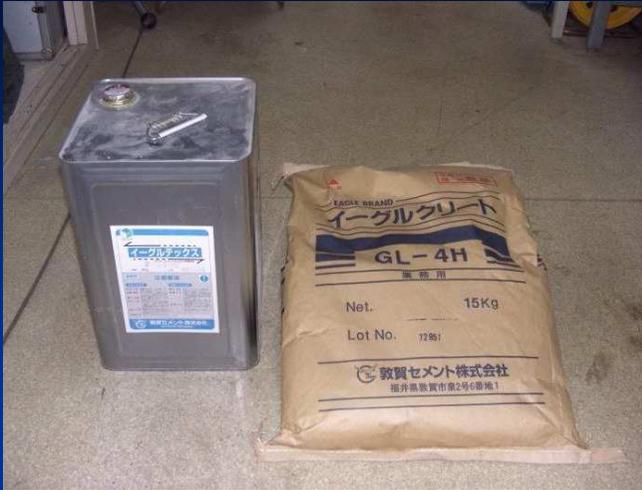
3.標準コア採取状況



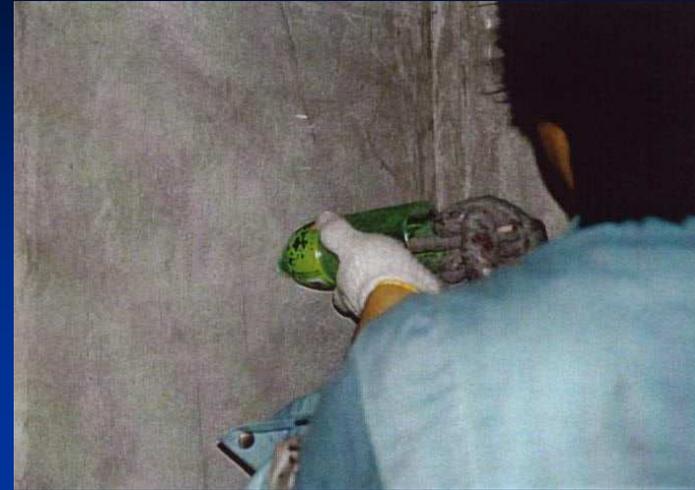
2.鉄筋探査状況



4.採取後の標準コア状況



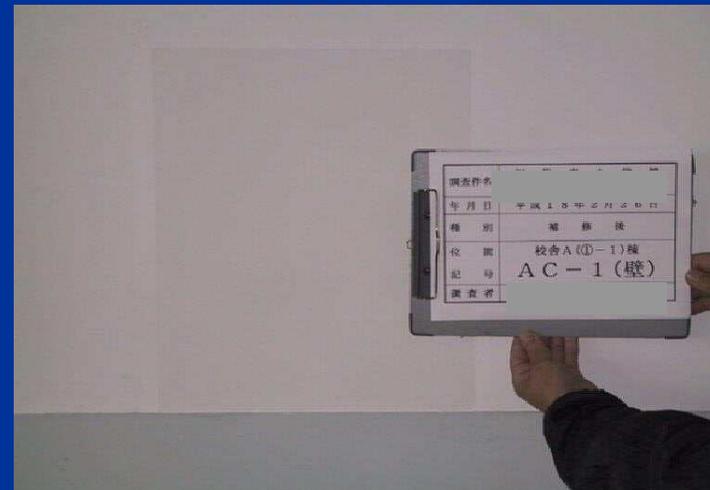
5.補修材(イーグルテックス、イーグルクリート)



7.補修材充填中



6.プライマー充填中



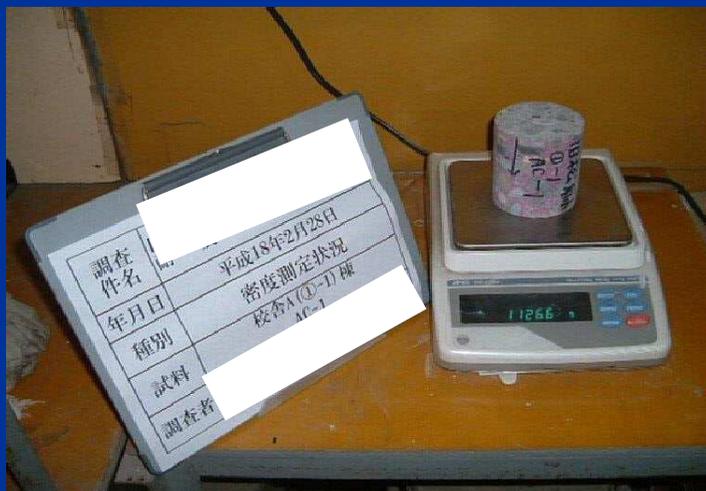
8.コア採取孔の補修



9.搬入時状況



11.キャッピング状況



10.密度測定状況



12.成形後状況



13.圧縮強度試験前



15.圧縮強度試験後



14.圧縮強度試験中

END

作成者：株式会社 構研設計事務所