

## 2-2 調査・診断技術 ①非破壊調査と破壊調査

- ・建物を調査・診断する技術には、建物をそのままにして行う非破壊調査と、建物の一部をサンプルにして行う破壊検査がある。
- ・測定した結果は、修繕が必要かどうか、必要なのはどのような修繕か等の判断に活用される。

・非破壊・微破壊調査は、大面積を概要調査・診断する場合に、破壊調査は特定部位の劣化状況を詳細に確認する場合に用いられている。但し、目的とする性能・物性・状態を直接測定しないものは、推定精度が高くないものも多い。



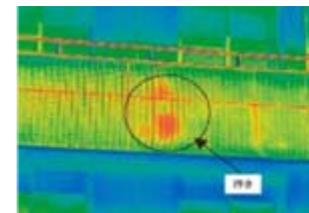
打診法による外壁  
タイルの浮きの検査  
(非破壊検査)



コア強度試験による  
コンクリート強度の確認  
(破壊調査)

・試験機械・試薬等を用いる試験法には、学協会が定めた規・基準類があり、これに準じて調査・診断が実施されている。

- ・日本工業規格 (JIS)
- ・(社)日本建築学会 (JASS, CTM)
- ・(社)日本非破壊検査協会 (NDIS)
- ・(社)日本コンクリート工学会 (JCI) 等



赤外線サーモグラフィ法による表層部の欠陥検出  
(NDIS 3428)



屋根防水アスファルト  
軟化点の測定装置  
(JIS K 2207)

### 耐久性耐用性に係る調査・診断技術

### 規・基準類

標準調査	現況調査	資料調査 現況調査	規・基準類	
躯体・外壁 詳細調査	非破壊・微破壊 調査	ひび割れ調査	クラックスケールによる測定 NDIS 3418 超音波法 NDIS 2426-1 デジタルカメラ NDIS3419	
		脆弱部、内部空洞調査	打音法、赤外線サーモグラフィ法 NDIS 2426-3 衝撃弾性波法 NDIS 2426-2 超音波法 NDIS 2426-1	
		圧縮強度推定	反発度法 JIS A 1155 衝撃弾性波法 NDIS 2426-2 超音波法 NDIS 2426-1	
		鉄筋の非破壊調査(位置、かぶり厚さなど)	小径コア法 CTM-14 電磁波レーダ法 CTM-12 電磁誘導法 JASS5T-608 放射線透過法 NDIS 1401	
		ドリル削孔法	ドリル削孔法 NDIS3419	
		タイル等の浮きの調査	打診法 — 打音法 NDIS 2426-3	
		塗装・吹付け材の付着試験	赤外線サーモグラフィ法 NDIS 3428 塗装・吹付け材の調査 JIS K 5600	
		破壊調査	はつり試験	中性化深さ(フェノールフタレイン法) JIS A 1152 鉄筋(かぶり厚さ、径、腐食度など) JIS A 1152
			コアによる強度試験	コア強度試験 JIS A 1107
			化学・組成分析、促進試験	配合推定試験
	塩化物イオン量の測定			JIS A 1154 JCI-SC4,JCI-SC5
	仕上げ材の試験		アルカリ量の測定、残存膨張試験 JCI-DD2 引張試験(付着強さ) JIS A 6909 接着試験 JIS A 6916	
	屋上防水 詳細調査	屋上防水の調査	アスファルト露出防水の調査	アスファルト露出防水の調査 JIS K 2207
			アスファルト保護防水の調査	アスファルト保護防水の調査 JIS K 2207
			シート防水の調査	シート防水の調査 JIS A 6008
塗膜防水の調査			塗膜防水の調査 JIS A 6021	
建具他 詳細調査	建具他の調査	建具他の劣化・腐食調査	サッシ・ドアの調査 — シーリングの調査 JIS K 5600	
		設備配管 詳細調査	設備配管の腐食調査	超音波肉厚測定 — 内視鏡調査 — X線調査 —
設備配管 詳細調査	サンプリング調査	設備配管のサンプリング調査	腐食状況の観察と残存肉厚の測定 —	

# 2-2 ②技術の概要

・建物を調査・診断する技術には、躯体・外壁・設備配管等の表面からは見えない鉄筋の位置・径、外壁タイルの浮き・剥離、及び配管内部の腐食などを、非破壊で把握できる技術がある。

## 鉄筋の調査技術 (電磁誘導法)

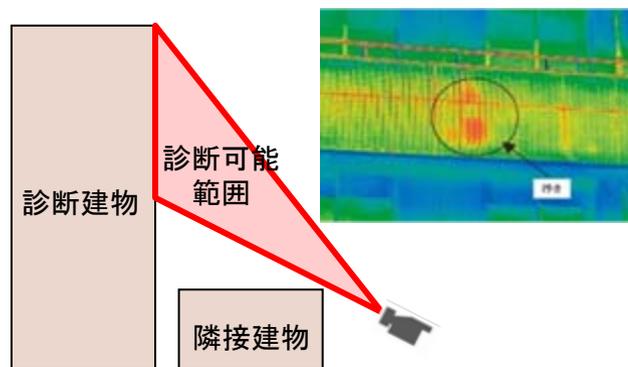
**概要:** コイルに交流電流を流し、インピーダンスの変化により、かぶり厚さを測定する。また、起電力の強弱を感知することで鉄筋位置が測定でき、さらに磁束の振幅の変化によって鉄筋径を推定する。



電磁誘導法による鉄筋探査の例

## 外壁タイル浮き・剥離診断技術 (赤外線サーモグラフィ法)

**概要:** 赤外線サーモグラフィカメラを使用して、外壁面の赤外線画像(熱画像)から、タイルやモルタルの浮き表層部の欠陥を検出する。



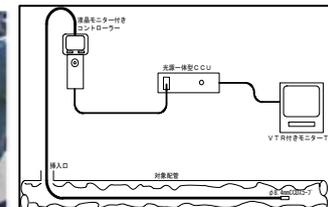
赤外線サーモグラフィ法による診断例と隣接建物による調査・診断範囲の制約

## 設備配管の腐食調査技術

**概要:** 設備配管改修工法を決定するために、非破壊により配管の劣化を調査することができる調査方法として超音波肉厚測定、内視鏡調査、X線調査等が使用される。



超音波肉厚調査



内視鏡調査

## 非破壊検査技術の適用性

	隠蔽部	管種類	肉厚	錆こぶ
超音波肉厚調査	×	△	○	×
内視鏡調査	○	○	×	○
X線検査	×	△	○	○

※各技術には、適用方法・適用範囲等に留意すべき事項があるので、実施にあたり注意すること

## 2-2 ③調査・診断による評価(躯体)

・躯体・外壁のひび割れ調査は、ひび割れの規模・形状を測定するだけでなく、収縮・中性化の進行など、ひび割れの発生要因についても把握する。

### (1)躯体コンクリートのひび割れの評価

#### ①原因推定

- (a)ひび割れ先行型 乾燥収縮、温度差など
- (b)腐食ひび割れ 中性化、塩害など
- (c)その他 アル骨、不同沈下など

(a)のひび割れはひび割れ幅から劣化状況の評価するが、(b)(c)のひび割れについては、さらに詳細調査(例:はつり調査(右写真))を行って、劣化の現状(かぶり厚さ、中性化深さ及び鉄筋の腐食状況)について把握する必要がある。

#### ②劣化状況の評価

まだ顕在化していない劣化についても、調査・診断によって早期に発見し、適切な補修を行う必要がある。例えば、外観のひび割れ調査において、鉄筋腐食が疑われる場合には、はつり調査を行って、鉄筋の腐食状況を直接確認するとともに、中性化深さの測定を実施する。

#### 鉄筋コンクリート躯体の劣化度の評価基準

評価	評価基準(鉄筋腐食を対象とした場合)	
	外観の劣化症状	鉄筋の腐食状況
健全	めだつた劣化症状はない	鉄筋の腐食グレードはⅡ以下
軽度	乾燥収縮等による幅0.3mm未満のひび割れが認められる(腐食ひび割れはない)	腐食グレードⅢの鉄筋がある
中度	鉄筋腐食による幅0.5mm未満のひび割れがみられる	腐食グレードⅣの鉄筋がある
重度	鉄筋腐食による幅0.5mm以上のひび割れ、浮き、鉄筋の露出などがみられる	腐食グレードⅣの鉄筋がある あるいは大多数の鉄筋がⅣ

#### はつり調査による鉄筋コンクリート躯体の劣化度確認



①はつり状況



③試薬噴霧後



②試薬噴霧前



④中性化深さの測定

#### 鉄筋腐食度の評価(建設省総合技術開発プロジェクト, 1988年)

腐食度	腐食状態	
I		腐食がなく、黒皮の状態
II		表面にわずかな点錆が生じている
III		表面に薄い錆が広がっており、コンクリートに錆が付着している
IV		やや厚みのある膨脹性の錆が生じているが、断面欠損は比較的少ない
V		鉄筋全体にわたって著しい膨脹性の錆が生じており、断面欠損がある

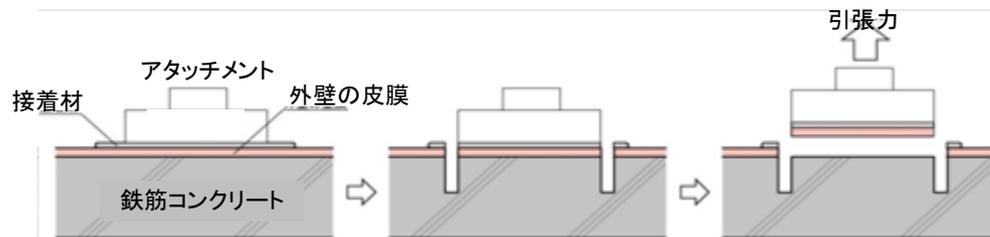
参考) 日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針(案)・同解説, 1997年

## 2-2 ③調査・診断による評価(その他)

- ・仕上げ材の付着強度の測定は、継続的な利用の可否、塗り替えの要否等を判断するために活用する。
- ・設備配管のサンプリング法による残存肉厚の測定は、計算式により残存寿命を推定するために活用する。

### (2)仕上げ材の付着強度の評価

建研式引張試験器を用いて、試験個所に接着したアタッチメントに引張力を与え、仕上げ材の付着強度を測定



JIS A 6909(建築用仕上塗材)の付着強さの品質規定  
(複層仕上げ塗装材の場合)

試験項目	種類	複層塗材 (吹付タイル)	可とう形 複層塗材	防水型 複層塗材 (複層弾性)	試験対象仕上塗材の種類										
					複層塗材					可とう形 複層塗材		防水型 複層塗材			
					CE	Si	E	RE	RS	CE	CE	E	RE	RS	
付着強さ N/mm <sup>2</sup>	標準状態	1.0以上	—	1.0以上				○	○					○	○
		0.7以上	—	0.7以上		○	○						○		
		0.5以上	0.5以上	0.5以上	○				○	○					
	浸水後	0.7以上	—	0.7以上				○	○					○	○
		0.5以上	—	0.5以上		○	○						○		
		0.5以上	0.5以上	0.5以上	○					○					

### (3)設備配管の残存寿命の評価

サンプリング法による腐食状況の観察と残存肉厚の測定をもとに残存寿命を推定



サンプリング資料



残存最小肉厚の計測

#### 配管残存寿命の計算式

$$\text{最大浸食度 } M_{cr} = (A - B) / Y$$

A: サンプルと同径の JIS 規格による公称近似厚さ [mm]

B: サンプルの残存最小肉厚 [mm]

Y: サンプルの使用年数 [年]

$$\text{推定残存寿命 } N = \{t_1 - (A - B)\} / M_{cr}$$

A, B: 前式と同じ

t<sub>1</sub>: ねじ部基準径谷部の肉厚 [mm]

M<sub>cr</sub>: 最大浸食度 [mm/年]

出典)「建築設備の耐久性向上技術」建設大臣官房技術調査室監修、財団法人建物保全センター編

#### 推定残存寿命と錆つまり率を利用した対応決定

推定残存寿命	錆つまり率	対応
10年以上	薄く付着	継続使用
5年以上10年未満	20%未満	更新または部分補修
5年未満	20%以上	更新

出典)「設備配管の腐食と劣化診断」須賀技術報告NO.30394