

中性化試験の結果について

(1) 中性化について

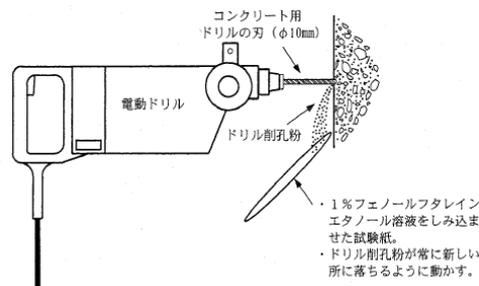
コンクリートは本来アルカリ性であり、内部鉄筋の酸化を防いでいるが、大気中の二酸化炭素が徐々に進入し、炭酸化反応を引き起こし、表面からアルカリ性が失われていく。この現象がコンクリートの中性化であり、表面から徐々に炭酸化反応が進行し、内部鉄筋の位置まで達すると内部鉄筋の腐食が始まり、腐食膨張、コンクリートのひびわれ、剥離発生、断面欠損、部材の耐荷力低下につながる。

中性化試験はアルカリ性で赤紫に変色するフェノールフタレイン試薬を用いて行う。赤紫に変色しない範囲が中性化部分である。

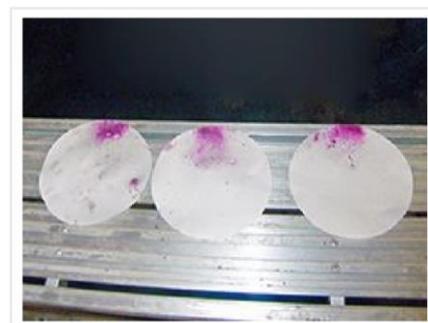
(2) 試験方法

中性化深さの測定は、ドリル法やコア採取法等があるが、今回はコア抜きに対し簡易的な方法であるドリル法（NDIS3419「ドリル削孔粉を用いたコンクリート構造物の中性化試験方法」）に従い実施した。

試験は、ハンマードリル（φ10mm）を用い削孔し、フェノールフタレイン1%溶液を浸透させたろ紙に削孔粉を付着させる。フェノールフタレイン溶液は、pHの低下している部分では無色（中性）を示すが、アルカリ性を示す部分では、赤紫色に発色する。赤紫色への発色を確認したら直ちに削孔を中止し、孔の深さをノギスで計測し、得られた値を中性化深さとする。



ドリル法による中性化試験



ろ紙の発色

＜ドリル削孔粉を用いた中性化試験深さ試験＞

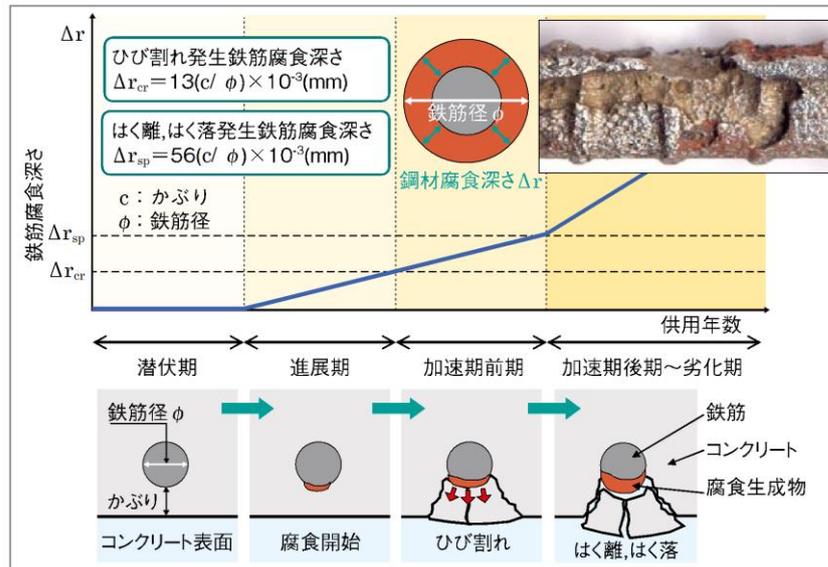
また、ドリル削孔位置は、以下の手順により決定する。

- ①鉄筋レーダー探査機を用いて平面的な配筋状況を把握する。
- ②推定した鉄筋位置にチョークで印をつける。
- ③調査結果の信頼性を向上するため、推定鉄筋位置を避けた位置で3穴を連続して削孔する。

(3) 中性化試験の評価方法

中性化試験の評価は、はく離・はく落が始まると想定される時期を見込みの耐用年数とし、中性化試験に基づく中性化深さより理論式等を用いて計算する。

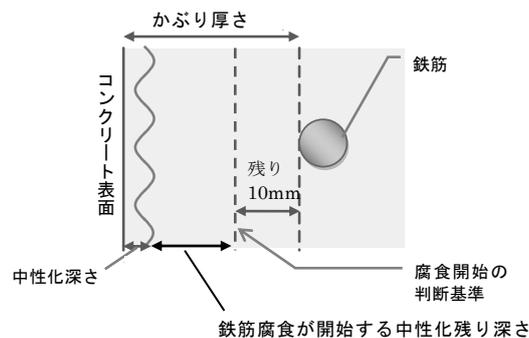
見込みの耐用年数 = 現在の経過年数 + (a) 鉄筋腐食までの期間 + (b) はく離・はく落までの期間



出典【RRR 特集 鉄筋コンクリート構造物の劣化を予測する H20.11 (公財) 鉄道総合技術研究所】

a) 鉄筋腐食までの期間

鉄筋の腐食開始の判断基準は、「コンクリート標準示方書 維持管理編」より、中性化残りが 10mm とされている。そのため、鉄筋腐食までの期間は、かぶり厚さから試験結果に基づく中性化深さと中性化残り 10mm を差し引いた値である中性化残り深さから求める。



＜鉄筋腐食が始まる中性化残り深さ＞

b) はく離・はく落までの期間

鉄筋の腐食が開始した後、はく離・はく落が生じるまでの期間は、かぶり厚さ 30mm (建築工事標準仕様書・同解説に基づく構造部材の最小かぶり厚さ)、鉄筋径 19mm (建築物の帯鉄筋として考えられる最大の鉄筋径) の場合、下記の理論式により 22 年と計算される。

$$4.0 \times 10^{-3} \times T = 56 (C / \phi) \times 10^{-3}$$

※ T : 剥離・剥落に至るまでの期間 C : かぶり (mm) φ : 鉄筋径 (mm)

(4) 評価結果の取り扱い

a) 躯体補修の必要性の判断

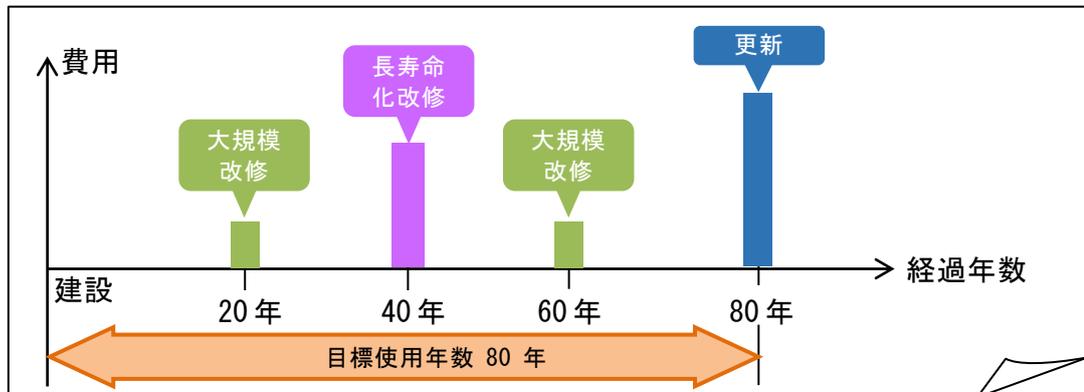
評価結果は、中性化試験結果より算出した見込みの耐用年数と現在の経過年数に応じた目標耐用年数を比較し、今後の躯体の補修の必要性を判断する。見込みの耐用年数が目標耐用年数を上回る場合は現状維持、下回る場合は要補修とし、施設類型及び現在の経過年数に応じて下表の通りとする。

※目標耐用年数 80 年までの長寿命化の可否は、学校教育系施設では長寿命化改修の実施時期である 40 年、その他公共建築物は大規模改造の実施時期である 30 年を閾値とする。

＜中性化試験結果に基づく躯体補修の必要性の判断＞

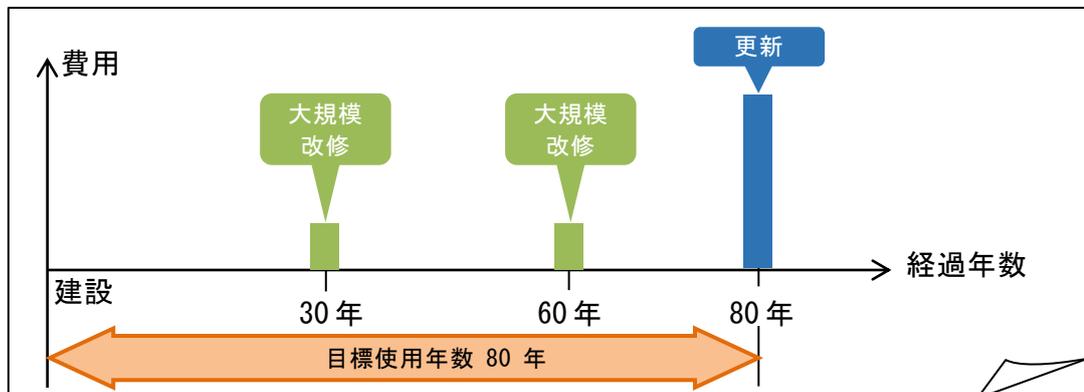
施設類型	現在の経過年数	目標耐用年数	見込みの耐用年数	躯体補修の必要性
学校教育系施設	40 年以下	80 年	80 年以上	現状維持
			80 年未満	要補修
	40 年超え	60 年	60 年以上	現状維持
			60 年未満	要補修
その他公共建築物	30 年以下	80 年	80 年以上	現状維持
			80 年未満	要補修
	30 年超え	60 年	60 年以上	現状維持
			60 年未満	要補修

＜学校教育系施設の長寿命化のイメージ＞



※岩倉市学校施設長寿命化計画（案）より

＜その他公共建築物の長寿命化のイメージ＞



※岩倉市公共施設等総合管理計画より

b) 公共施設再配置計画への反映

見込みの耐用年数と目標耐用年数の関係より、躯体補修が必要とされた施設については、公共施設再配置計画における施設毎の再配置方針やモデルケースを検討する際に、長寿命化改修や大規模改造における留意事項として記載していく。

<留意事項の例>

当施設は、今後の中性化の進行により、ひび割れ、はく離・はく落等の損傷が構造躯体に生じる可能性があることから、長寿命化改修時においては、損傷箇所の補修（エポキシ樹脂の注入、ポリマーセメントによる埋戻しなど）だけではなく、予防措置として樹脂製塗膜や中性化抑制剤等の塗布によりコンクリートを保護します。

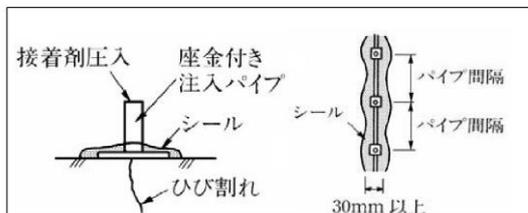


図1 ひび割れへのエポキシ樹脂の注入

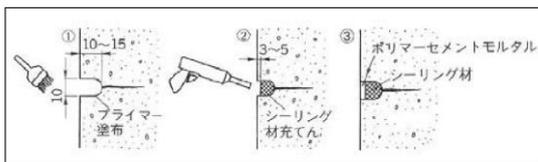


図3 ひび割れ部のカット及び埋戻し

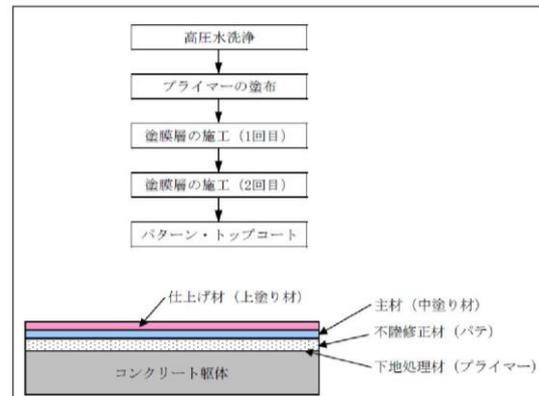


図2 樹脂製塗膜によるコンクリート表面の被覆

出典【学校施設の長寿命化改修の手引き H26.1 文部科学省】

(5) 中性化試験結果

中性化試験の結果、対象施設 11 施設における中性化深さは、最大値の平均で 3.4mm、最大で 16.0mm であり、腐食開始の判断基準である中性化残り 10mm（中性化深さ 20mm）に達していないことから、現段階では中性化を原因とした鉄筋腐食は生じていないと想定される。

また、全ての施設において、コンクリートのはく離・はく落が生じる見込みの耐用年数が 60 年以上であることから、躯体補修を実施しなくても、現状のままで目標とする耐用年数まで維持できると想定される。

＜中性化試験結果一覧表＞

施設番号	施設名称	建築年度	調査箇所	現在の経過年数(年)	目標耐用年数(年)	鉄筋かぶり(mm)	中性化深さ				見込みの耐用年数(年)	躯体補修の必要性
							測定値(mm)			最大値(mm)		
							①	②	③			
2	曾野町公会堂	1982	①1F	35	60	30.0	3.6	3.1	2.2	3.6	60年以上	現状維持
			②1F	35	60	30.0	4.5	2.4	3.4	4.5	60年以上	現状維持
			③2F	35	60	30.0	3.5	4.6	4.7	4.7	60年以上	現状維持
3	東新町公会堂	1985	①1F	32	60	30.0	2.0	2.2	2.0	2.2	60年以上	現状維持
			②2F	32	60	30.0	2.0	2.7	2.0	2.7	60年以上	現状維持
			③3F	32	60	30.0	2.4	2.5	3.0	3.0	60年以上	現状維持
6	八剣会館	1983	①1F	34	60	30.0	1.6	2.0	1.9	2.0	60年以上	現状維持
			②2F	34	60	30.0	1.5	1.9	1.2	1.9	60年以上	現状維持
			③2F	34	60	30.0	1.5	1.5	1.4	1.5	60年以上	現状維持
7	東町会館	1984	①1F	33	60	30.0	4.6	6.5	12.6	12.6	60年以上	現状維持
			②2F	33	60	30.0	2.5	2.4	1.9	2.5	60年以上	現状維持
			③2F	33	60	30.0	3.2	2.0	2.1	3.2	60年以上	現状維持
8	大上市場会館	1985	①1F	32	60	30.0	1.5	1.8	1.5	1.8	60年以上	現状維持
			②2F	32	60	30.0	0.6	0.8	0.8	0.8	60年以上	現状維持
			③2F	32	60	30.0	1.0	1.2	1.0	1.2	60年以上	現状維持
12	石仏会館	1986	①1F	31	60	30.0	1.8	1.5	1.7	1.8	60年以上	現状維持
			②2F	31	60	30.0	2.5	1.7	1.6	2.5	60年以上	現状維持
			③2F	31	60	30.0	1.7	1.6	1.6	1.7	60年以上	現状維持
15	岩倉市図書館	1982	①1F	35	60	30.0	3.2	3.0	3.0	3.2	60年以上	現状維持
			②2F	35	60	30.0	2.0	2.0	2.0	2.0	60年以上	現状維持
			③塔屋	35	60	30.0	3.3	2.7	2.6	3.3	60年以上	現状維持
24	曾野小学校 屋内運動場	1981	①1F	36	80	30.0	1.2	1.5	2.2	2.2	80年以上	現状維持
			②1F	36	80	30.0	2.5	1.9	2.5	2.5	80年以上	現状維持
			③1F	36	80	30.0	1.7	2.3	2.0	2.3	80年以上	現状維持
25	岩倉中学校 北館東棟	1983	①1F	34	80	30.0	1.0	1.8	1.8	1.8	80年以上	現状維持
			②2F	34	80	30.0	1.6	1.4	1.6	1.6	80年以上	現状維持
			③4F	34	80	30.0	1.2	1.2	1.6	1.6	80年以上	現状維持
26	南部中学校 南館西棟	1984	①2F	33	80	30.0	2.2	1.5	2.7	2.7	80年以上	現状維持
			②2F	33	80	30.0	1.9	1.9	2.0	2.0	80年以上	現状維持
			③2F	33	80	30.0	2.1	1.5	2.2	2.2	80年以上	現状維持
47	岩倉市保健センター	1986	①1F	31	60	30.0	11.3	16.0	14.7	16.0	60年以上	現状維持
			②1F	31	60	30.0	8.0	10.8	11.1	11.1	60年以上	現状維持
			③2F	31	60	30.0	3.0	2.8	2.0	3.0	60年以上	現状維持