

建築物の診断

1 概要

2 維持管理の流れ

3 変状の発見

4 ひび割れ

5 おわり

1 概要

コンクリートの安全性 メンテナンス・フリー

我が国では、社会基盤の整備のためにコンクリートが大量に使用されはじめたのは戦後からで、現在までに蓄積されたコンクリート構造物は、道路、ダム、港湾、空港、建築物などで、およそ90億 m^3 と推測される。

コンクリート構造物は、かつては限りなくメンテナンス・フリーと考えられていたが、環境的な条件によっては性状が徐々に劣化するものであり、また品質の劣った材料を使用した場合や不適切な施工を行った場合は、短い年数でコンクリートに欠陥を生じる恐れがある。

近年ではアルカリ骨材反応や鋼材腐食などの早期劣化が顕在化しており、コンクリート片の剥落事故によって安全神話も崩壊している。

また、高度経済成長期以降に数多く建設された土木構造物・建築物が、機能面で陳腐化したり、構造物それ自体が老朽化したりして、何らかの手当てが必要な時代を迎えようとしている。このため、コンクリート構造物の維持管理の重要性が増してきている。

事後保全

点検・調査・診断の目的は、建築物を維持管理していく上で必要なデータを集め、保全に役立てることにある。

理想的な調査・診断・保全のフローは、日常点検や定期点検からスタートして、一次劣化調査・二次劣化調査・三次劣化調査などの詳細調査を経て、対策へと繋がるものでなければならない。

しかし現実的には、鉄筋コンクリート構造物の場合の調査・診断は、何らかの不具合や劣化現象が発生した後に、その対策(事後保全)を検討する場合に行われることが多い。

維持管理に関する建物の指針と点検の現状

そこで、改めて点検ならびに維持管理に関する建築物の指針類を見てみると用語と診断基準が統一化されていないのが現状である。

これらの指針・規準類に日常点検や定期点検を義務付けているものは少なく、ほとんどが何らかの不具合が発生した後に、対策案を検討するために調査を開始するようになっているものが多い。

また、指針で日常点検を義務付けているものの中でも、現実に実施されているたてものは僅かでないかと推察される。

一般的な建物の点検及び改修周期

前述のように、点検については規定のないものが多いが一般的には、点検周期と改修周期は、建物の部位・箇所によって傷み具合や材料の耐久性が異なる。

マンション関係では、大規模改修計画に基づき、築13年前後に大規模改修工事が行われることが多く、調査・診断はその2, 3年前の築10年頃の実施されることが多い。

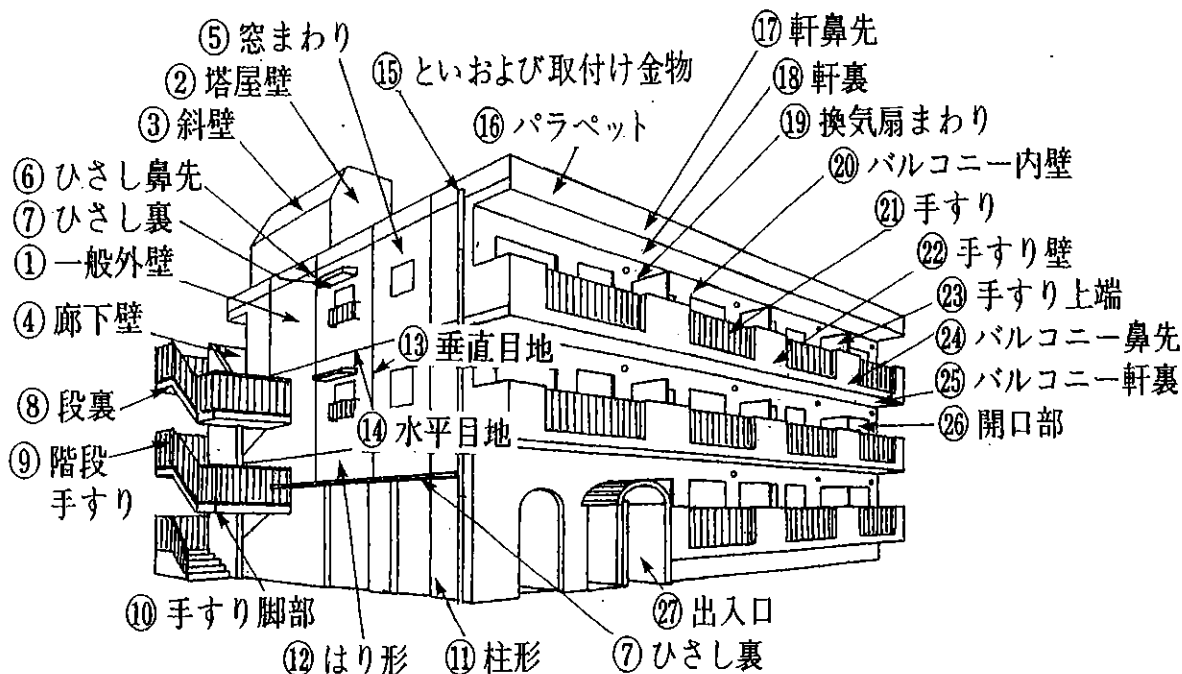
建築関連指針・規準類と点検・調査・診断の概要

指針・規準類	点 検		調 査		診 断			
	種 類	方 法	種 類	調 査 項 目	種 類	判 定 方 法		
① 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」1997.4	規定なし(不具合発見後からスタート)		建物概要調査	経歴、立地環境等	劣化度の判定	健全、軽度、中度、重度に区分する。		
					劣化原因の特定	中性化、塩害、ひび割れを特定する。		
			外観目視調査	ひび割れ、浮き、剥離、鉄筋露出、さび汚れ、漏水跡、変形、異常体感、その他	補修要否の判定	劣化度、劣化原因の強さを基に、劣化進行予測、目標耐用年数を勘案して要否を判定する。		
					補修工法の選定	劣化原因の強さを考慮し、回復目標レベルを恒久、延命、暫定の3区分に設定の上、設計調査を行い補修範囲を判定して、材料・工法を選定する。		
② 旧建設省・総プロ 「鉄筋コンクリート造建築物の劣化診断技術指針・同解説」1999.1	規定なし		建物概要調査	規模・構造、用途、竣工年数、地域、環境、使用材料、補修歴等	劣化診断	劣化症状の各項目ごとに、劣化度をⅠ(健全)、Ⅱ(放置可)、Ⅲ(要調査)の3グレードに区分する。建物概要調査と各種劣化症状調査の結果から高次診断の要否を判定する。		
			劣化調査	ひび割れ、浮き、剥落、さび汚れ、エフロレッセンス、ポップアップ、汚れ、漏水、異常体感等				
			1次診断調査	目視、体感、問診			1次診断	中性化、鉄筋腐食、ひび割れ、漏水、強度劣化、大たわみ、表面劣化、凍害等を評価する。
			2次診断調査	非破壊試験が中心			2次診断	日常安全上問題のある箇所、放置しておく危険と判断した場合は応急処理を講じる。
			3次診断調査	破壊試験を含む			3次診断	
③ 旧建設省・総プロ 「鉄筋コンクリート造建築物の維持管理指針・同解説」1999.1	日常点検	目視ほか(年1回以上)	目視、体感、建具の開閉等	汚れ、ひびわれ浮き、剥落、漏水、たわみ	調査項目と同じ	調査項目ごとに評価をⅠまたはⅡに分類し、総合評価をA(Ⅰのみ)とB(Ⅱを含む)に区分する。		
	定期点検	外観調査、中性化、塩分含有量(仕上げなし15年ごと、仕上げあり25年ごと)	外観調査	上記②の1次診断による	ひびわれ、浮き、表面状態、漏水痕跡、異常体感	調査項目ごとに劣化度をⅠまたはⅡに分類し、総合評価をA(Ⅰのみ):良好な状態とB(Ⅱを含む):耐久性に影響を及ぼす可能性ありに区分する。		
			中性化	上記②の2次診断による	中性化深さ			
			塩分含有量	上記②の鉄筋腐食の2次診断による	塩分含有量			
④ 文部科学省 「既存鉄筋コンクリート造学校建物の耐力度測定方法」1998.4	規定なし		構造耐力	保有耐力、層間変形角、基礎構造、構造使用材料	耐力度評価	[構造耐力(46~100点)]×[保存度(15~100点)]×[外力条件(0.8~1.0)]で総合点を算出し、10,000点満点中5,000点以下になった場合は、危険建物と判定され、危険改築地震事業(補助事業)として、建替え等が認められる。		
			保存度	経過年数、中性化とかぶり厚さ、鉄筋腐食度、不同沈下量、ひび割れ、火災による疲弊度				
			外力条件	地震地域係数、地盤種別、積雪寒冷地域、海岸からの距離				
⑤ 独立行政法人建築研究所 「既存マンション躯体の劣化度調査・診断マニュアル」2002.3	日常点検	目視主体(年1回以上)	建物資料調査	建物概要、経歴、環境等	劣化度評価	劣化症状、部位・位置ごとに大、中、小、該当なしの4つの区分に分ける。		
			現地概要調査	目視、打診法、反発硬度法により、ひび割れ、剥落・欠損、塗膜の劣化、汚れ、漏水痕跡等を調査	危険度(剥落)	剥落につながる危険性の高い劣化症状に対しては、影響角(建物から通行に供する部分までの長さの2倍の高さを基準に)より上か下かにより大(早急に補修要)、中、小(経過観察)の3つの区分に分ける。		
			高次診断	コンクリート強度、鉄筋の腐食、塩化物量、中性化深さ、かぶり厚さ、凍害による劣化、アルカリ骨材反応による劣化、タイル・モルタルの浮き、仕上げ塗材の劣化	症状別の劣化度区分	症状別に劣化度区分をⅠ(健全または軽微な劣化)、Ⅱ、Ⅲ(重度の劣化)に分類する。Ⅲは早急に措置が必要。Ⅱは全体の状況により改修の要否を判断。		
					総合評価	劣化の要因や段階、補修・改修の容易さなどを考慮し、安全性、機能性、美観などから総合的に評価する。		

建物各部の点検および改修周期の目安

部 位	名 称	点検周期 (年)	改修周期 (年)
外 壁	①一般外壁（打放しコンクリート外壁・塗り仕上げ外壁・タイル仕上げ外壁・セメントモルタル仕上げ外壁・ALC仕上げ外壁） ②塔屋壁③斜壁④廊下壁⑤ひさし鼻先⑦ひさし裏⑧段裏⑩柱形⑫はり形⑬パラペット⑭軒鼻先⑮軒裏⑯バルコニー内壁⑰手すり壁⑱手すり上端⑲バルコニー鼻先⑳バルコニー軒裏	1~2	8~15
	⑤窓まわり⑬垂直目地⑭水平目地⑳開口部まわり	1	8~14
鉄部ほか	⑩階段手すり⑩手すり脚部⑮といおよび取付金物⑯換気扇⑲バルコニー手すり⑲出入口（ドア等）	1	2~4
屋根およびバルコニー床	⑳屋根・露出アスファルト防水 ・アスファルト防水 押さえ工法 " 断熱工法 ・その他の防水層 ㉑バルコニー床の防水	1~2	13~18
			30
			20
			10~15
天 井	・モルタル塗り天井 ・コンクリート打放し天井 ・吹付塗装天井	1~2	14以内
			8~12
床	・モルタル塗り床 ・張り床 ・タイル張り床	1~2	10~15
			10~20
			25~35

調査対象・目的	調査項目	調査方法
劣化度を判定するための調査	①ひび割れの形態、幅、深さなどの状況	外観目視、デジタルカメラ、クラックスケール、超音波法など
	②浮き、剝離・剝落、欠け、汚れ、さび汁などの外観変状	外観目視、デジタルカメラ、打音法、内視鏡、サーモグラフィー（赤外線）など
	③鉄筋に沿ったひび割れと露出鉄筋の有無	外観目視、デジタルカメラ、打音法など
	④鉄筋腐食の状態	外観目視、はつり、デジタルカメラ、自然電極電位法、分極抵抗法など
	⑤コンクリートの強度	コア試験体による圧縮試験、反発硬度法、弾性波（超音波）法、引抜き抵抗法など
	⑥表面の劣化状態	外観目視、指触法、引掻き試験、表面引張試験など
	⑦その他（不同沈下、火害など）	外観目視、デジタルカメラ、レベル測定、中性化など状況に応じた調査
原因と影響度を判定するための調査	⑧ひび割れ幅（鉄筋腐食によるものを除いて）	クラックスケール、ルーベなど
	⑨中性化深さ	フェノールフタレイン法（はつりまたは抜取りコア）など
	⑩塩化物イオン含有量	化学分析法（JCI法）、簡易分析法など
	⑪アルカリ骨材反応判定	外観目視、デジタルカメラ、骨材の化学分析、促進膨張試験など
	⑫配合推定（単位セメント量、水セメント比）	化学分析法など
その他の調査	⑬鉄筋探査（位置、かぶり厚さ）	電磁誘導法
	⑭鉄筋位置、埋設物、内部空洞	電磁誘導法、レーダー法、X線法など
	⑮仕上材の浮き、鉄筋腐食による浮き、漏水	サーモグラフィー（赤外線）法など



2 維持管理の流れ

構造物の維持管理の基本フローは、点検、調査、劣化予測および評価、対策の判定、対策の実施という一連の流れとなる。

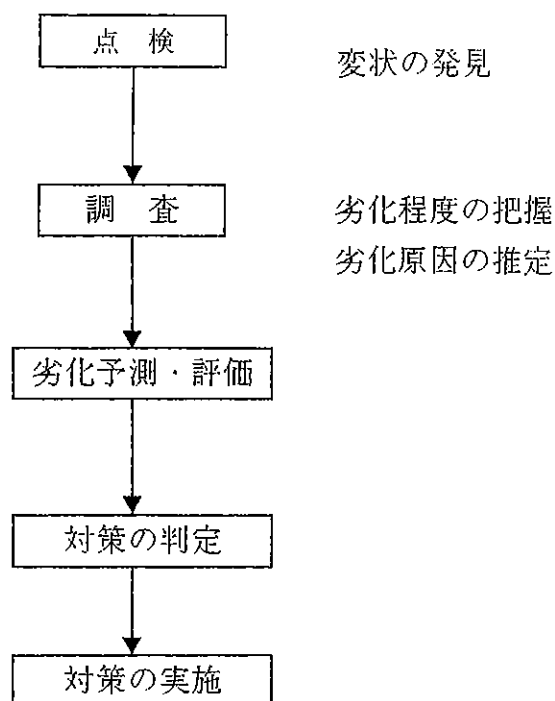
点検は、構造物に発生している変状を発見することを第一の目的とする。

点検作業の結果、例えば構造物に劣化が見つかった場合、その劣化の進行状況及び劣化の原因を把握する作業が必要となる。その際、既存情報の調査(机上調査)及び対象構造物の現地調査を行うことになる。

一連の調査を通して劣化の進行程度、及び劣化原因を把握した後は、劣化の将来予測構造物の最終評価、および対策の必要性の判定を行う作業が求められる。

対策が必要と判断された場合には、補修や補強を行うことになる。

維持管理の流れ



構造物の維持管理の基本的フロー

3 変状の発見

変状を大別すると、1) 初期欠陥、2) 経年劣化、3) 構造的変状に分類できる。

1) 初期欠陥の主なもの

- ① ジャンカ
- ② コールドジョイント
- ③ 内部欠陥
- ④ 砂すじ
- ⑤ 表面気泡(あばた)

2) 経年劣化の主なもの

- ① ひび割れ、浮き、剥落
- ② 錆じる
- ③ エフロレッセンス
- ④ 汚れ(変色)
- ⑤ すりへり

3) 構造的変状

- ① たわみ
- ② 変形
- ③ 振動

コンクリート構造物における変状は、一般的に各種の変状が複合して生じており、単純なものではない。

コンクリート構造物に共通して言える劣化の原因は、外部から空気や水がコンクリート中に進入してくるために生じることが多いことである。コンクリートの中性化は、空気中の炭酸ガスが水分に溶け込んでコンクリートに浸入してきて初めて化学反応が生じるものであるしコンクリート中の鉄筋腐食は、水分に溶け込んだ酸素と鉄筋との酸化反応で生じる。したがって、空気か水のどちらか一方しか存在しないときには、中性化や鉄筋の腐食は生じないことになる。

また、アルカリ骨材反応や凍結融解作用によるコンクリートの膨張は、水分がコンクリート中に浸入してくるために生じる。以上のことから劣化しやすいコンクリートは空隙等の欠陥やひび割れの多いコンクリートであると言える。

4 ひび割れ

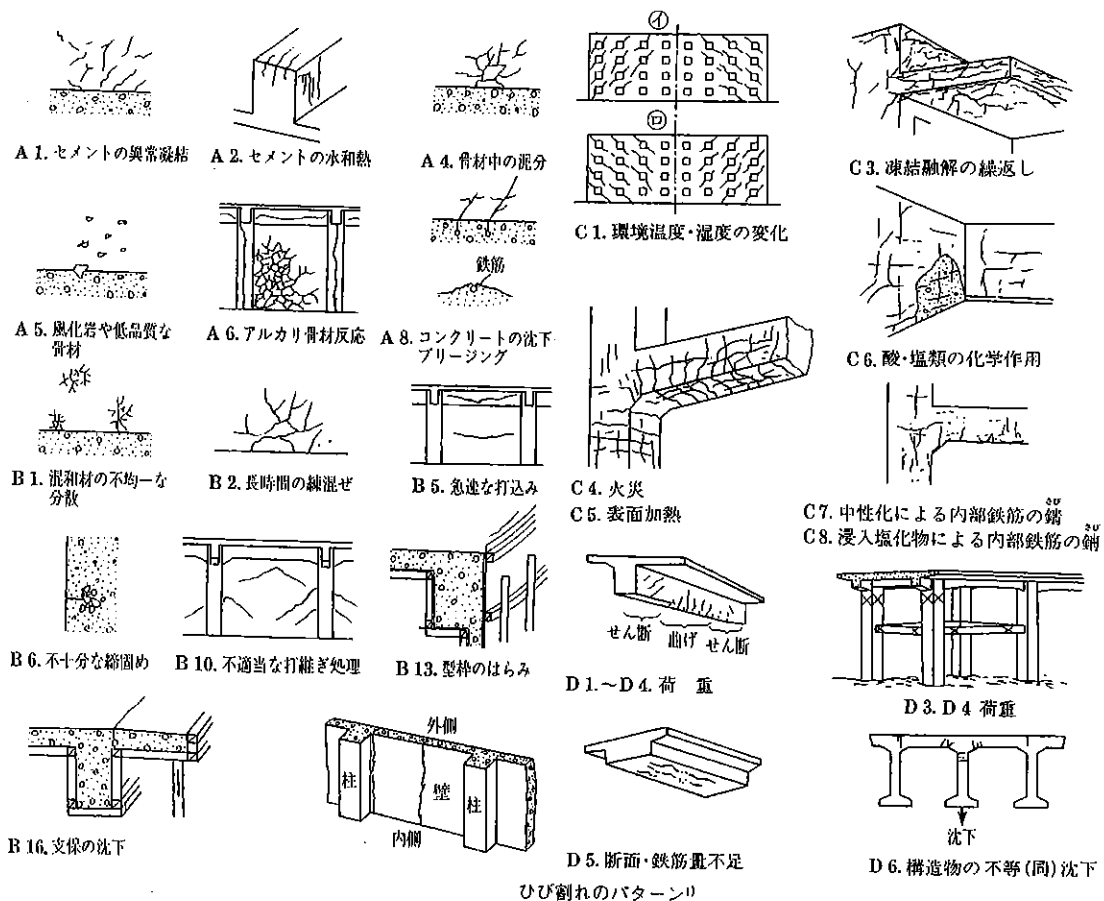
コンクリートは本質的にぜい性材料であり鉄筋コンクリート構造物のひび割れは宿命的なものと考えられる。現状の技術では、ひび割れを完全に防止することはできない。このため、良く施工された鉄筋コンクリート構造物においても、コンクリート表面には、種々のひび割れが認められるはずである。

しかし、コンクリートのひび割れがすべて問題というわけではない。構造物にもたらす障害によって有害なものと無害なものに区別される。最も身近な問題は、部材を貫通するひび割れからの漏水であり、クレームも多い。そのほかに、過度のたわみの原因となるもの、美観上問題となるもの、耐久性上有害であるものなどが挙げられる。

ひび割れは、コンクリートの劣化現象であるばかりでなく、鉄筋腐食の原因にもなる。他方、中性化や塩害によって生じた鉄筋腐食は、ひび割れの原因になることも示されている。

したがって、耐久性上有害となるひび割れの種類は、以下の3つに分けて整理できる。

- ① 鉄筋腐食が進行した結果、生じたひび割れ（鉄筋腐食先行型）
- ② 鉄筋腐食を促進させる原因となるひび割れ（ひび割れ先行型）
- ③ コンクリート自体の劣化を表わす進行性のひび割れ（劣化ひび割れ）



5 おわり

点検については、人間が定期健康診断や人間ドッグによって健康管理や病気の早期発見と早期治療に努めているように、建物であっても日常点検や定期点検をもっとシステム化していく必要がある。建物は傷みを訴えることはできないので、保護者である人間がきめ細かく診断して、カルテに記録を残していくことが大切である。

現状行われている診断・評価は半定量的なものであり、おおむね「健全・経過観察」、「調査継続」または、「対策が必要」の判定になるため多くの建物を一括して管理している企業や機関では、危険度もさることながら予算等の都合もあり、どの建物から対策を講じなければならないか、いつまでに対策を実施しなければならないか等の優先順位と余寿命を示す指標を導く判定にはなっていない。

劣化項目ごとにそれぞれグレーディングは出来ているが、関係諸機関でその評価基準が異なっているので、ある程度統一化することと、劣化項目の重み付けを行い、その総合指標を求め、数多くの建物を対象とした場合であっても劣化の進行度を相対的に順位付けできるような診断基準が必要である。