

# 論文 コンクリート構造物の点検・調査結果のデータベース化に関する考察

古賀 裕久<sup>\*1</sup>・田中 秀治<sup>\*2</sup>・山口 順一郎<sup>\*3</sup>・河野 広隆<sup>\*4</sup>

**要旨:** コンクリート構造物の耐久性やライフサイクルコストについて検討する際、過去に行われた既存構造物の点検・調査の結果が貴重な資料となる。しかし、既往の調査結果は、ほとんどが電子化されていないことや、調査の目的・方法が様々であることから、十分には活用されていないのが実情である。本論文では、筆者らが過去の複数の調査結果を整理するためのデータベースを試作した際の検討内容を紹介し、調査結果の記録方法への提案を行う。

**キーワード:** 維持管理, データベース, 健全度調査

## 1. はじめに

近年、社会資本として活用されているコンクリート構造物のストックの増大と高齢化により、既存構造物を効率的に維持管理するための研究に関心が集まっている。既存構造物の維持管理計画を論じるには、構造物の劣化現象や点検・調査・補修等にかかる費用について明らかにすることが必要と思われる。しかしながら、これらについては、十分なデータが集まっていないのが実情である。

一方、IT技術の進歩により、これまで行われてきたコンクリート構造物の調査・診断結果や各種の試験結果、材料等の耐久性に関する実験結果を電子化し、活用することを目標とした研究が各所で行われている。しかし、実構造物を対象にした調査においては、調査の項目や方法、調査結果の記録様式などが確立されておらず、異なる調査の結果を整理して検討するのは難しいのが実情である<sup>1)</sup>。

そこで、筆者らは、過去に旧建設省が実施した複数の調査結果を整理し、構造物調査結果データベースの作成時に問題となる点やデータベースへの記録を前提とした調査方法のあり方について検討した。その結果を紹介する。

## 2. 作成するデータベースのイメージ

過去に行われた調査結果や今後行われる構造物の健全度調査結果を整理・活用するためのデータベースには、次の機能や特徴が求められるものと考えた(図-1)。

1)機能: 特定の構造物について、過去にどのような調査が行われたか調べることができ、異なる調査結果を比較できる。また、今後、実施される調査の結果を容易に追加できる。

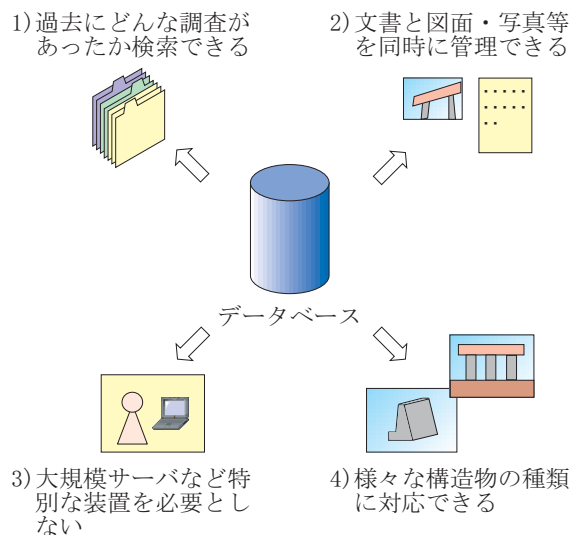


図-1 目標とするデータベースのイメージ

\*1 (独) 土木研究所技術推進本部構造物マネジメント技術チーム 工修 (正会員)

\*2 (独) 土木研究所技術推進本部構造物マネジメント技術チーム 工修 (正会員)

\*3 (独) 土木研究所技術推進本部構造物マネジメント技術チーム (正会員)

\*4 (独) 土木研究所技術推進本部構造物マネジメント技術チーム 工修 (正会員)

- 2)入力するデータ：各種の実構造物調査結果に含まれるテキストデータの他、図面や写真も管理できる。
- 3)利用方法：数千件の構造物のデータを、一般的なPCに格納して使用することを想定し、データファイルの大きさや形式は、データの移動等が容易に行えるものとする。
- 4)その他：種々の調査結果が格納できるよう記録できる構造物の種類を制限しない。

### 3. データベース作成時の課題と考察

#### 3.1 作成における課題

過去の調査データには、表-1のようなものがあった。これらをデータベース化するには、次の三点が特に問題になると考えられた。

- 1) 調査目的が同じでも、調査項目・方法が異なる場合がある。例えば、最近では、塩害を受けた構造物の調査方法としては、コンクリートに含まれる全塩化物イオンの試験を行うのが一般的だが、過去の調査では必ずしも実施されていない。
- 2) 構造物全体を対象とした調査結果（例えば、

ひび割れ図）と、構造物中の特定の部分に関する試験結果（例えば、コア試料の圧縮強度試験結果）が混在している。

- 3) 添付されている写真や図面の枚数、ひび割れ図の詳細さの程度が、調査者によって大きく異なる。

これらの課題に対して検討を行ない、適切なデータ格納方法を検討した。

#### 3.2 考察

##### (1) データベースの構造

構造物の調査結果の記録様式としては、例えば、土木学会耐久性データベースフォーマット作成小委員会の提案によるデータベースフォーマット<sup>7)</sup>(以下、土木学会様式)がある。この様式は、表-1で紹介した調査Eの調査票を踏襲しており、この調査結果に限れば効率的に記録できる。しかし、表-2に具体例や問題点を示すように他の調査における調査票は必ずしも類似のものではなく、土木学会様式に統一すると、調査結果を大幅に加工したり、未記入となったりする箇所が多数出てくるおそれがある。

今回の試作データベースでは、過去の調査結

表-1 過去の実構造物調査結果

記号	調査名 ( )内は実施年	概要	特徴					
			多数の構造物を調査	特定の構造物を調査	変状全般を調査	特定の劣化原因を想定	構造物全体を調査	構造物の一部を調査
A	塩害道路橋梁調査(1982)	海岸部に建設されたコンクリート橋920橋に対する全国調査	○			○	○	
B	塩害実態調査(1985)	橋梁、水門他4000件以上の構造物に対するアンケート調査とそのうち76件に対する詳細調査	○			○	○	○
C	アルカリ骨材反応実態調査(1985)	橋梁、水門他4000件以上の構造物に対するアンケート調査とそのうち92件に対する現地実態調査	○			○	○	○
D	補修事例集 <sup>2)</sup> (1988ごろ)	過去に補修が行われた構造物36件における補修工法、補修後の経過等に関する調査	○		○		○	
E	健全度実態調査 <sup>3),4)</sup> (1999)	橋梁、擁壁、カルバート類、水門等約2000件の構造物の目視調査とそのうち152件に対するコア試料調査	○		○		○	○
F	非破壊試験による健全度調査 <sup>5),6)</sup> (2000)	塩害を受け廃棄される橋梁の一部(3橋中の5箇所、1m×1m程度/箇所)を対象に各種非破壊試験および鉄筋のはつり調査を実施		○		○		○

表-2 各調査における調査票の比較（一例）

調査項目	調査様式 <sup>※1</sup>			備考・考察
	土木学会様式および調査E	調査A	調査B	
コンクリートの設計基準強度	( ) N/mm <sup>2</sup>	( ) kgf/cm <sup>2</sup> <sup>※2</sup>	質問が存在しない。	調査Eの際には、kgf/cm <sup>2</sup> 単位での回答も目立った。
海岸からの距離	・海上 ・海岸沿い ・海岸から ( ) km	・海上 ・海岸沿い ・海岸線から ( ) m	・0~200m ・200m~500m ・500m~1 km ・(以下略)	海岸線からの距離がある程度以上大きい場合には、これを調べて記入する必要性がない。このような場合に対応する選択肢を設けるのがよい。
凍結防止剤の使用	・無 ・有 ( ) 年間 ( ) 日/年 程度	質問が存在しない。関連する質問として  日最低気温0℃以下 約 ( ) 日 ( ) 月 ( ) 旬~ ( ) 月 ( ) 旬	・有 ・無	使用無しの場合は年間使用日数が0になるので、選択肢か年間使用日数のいずれかでよい。ただし、調査Eの際には、使用日数は不明との回答も目立った。
構造物形式	自由記入	上部構造については以下の通り。 <sup>※3</sup> 形式(1) ・RC ・プレテンPC ・ポステンPC ・その他 ( ) 形式(2) ・単純桁 ・連続桁 ・片持ばり ・その他 ( ) 断面 ・T桁 ・箱桁 ・スラブ ・その他 ( )	調査Aと同じ。 <sup>※4</sup>	自由記入にすると、同じ構造でも記入者によって回答が異なってくる可能性がある。調査票の作成が困難であるが、調査する構造物の種類を特定しない場合でも、想定される構造形式を選択する記入方法が望ましい。

- ※1 調査様式を示した箇所、文頭に“・”がある場合は、列挙した選択肢から選ぶ様式である。また ( ) は、自由記入欄（特定の書式が定められていない）を表す。  
 ※2 主桁、横桁、橋台、橋脚の4種類についてそれぞれ記入する。  
 ※3 橋台、橋脚は、自由に記入する様式となっている。  
 ※4 構造物の種類により調査票が若干異なり、水門などについては、構造形式に関する質問がない。

果を活用することに重点を置いたこと、また、すでに収集されている調査結果の様式を統一することは必ずしも容易ではないことから、各調査ごとにその調査内容に適した記録様式を作成し、データの入力を行うこととした。その上で、どんな調査にも共通するデータで、調査対象の特定に使用することができるデータのみを、共通の様式に記録・格納することにした。データベース構造のイメージを(図-2)に示す。

## (2) 調査対象・調査位置の整理

既存の構造物調査データでは、調査ごとに調

査対象のとらえ方に差がある。すなわち、表-1で紹介した調査Eでは調査範囲が一つの構造物全体（例えば、橋梁）であるのに対し、調査Fでは、一つの橋梁中の一本の桁と一基の橋脚をそれぞれ別の調査対象ととらえている。

このようなデータを格納する方法としては、調査項目ごとに調査箇所の詳細を記入する方法と部材ごとに分けて記録する方法が考えられる(図-3)。前者は、各調査ごとに調査箇所を適切に記録する必要がある。一方、後者では、記録する構造物の形式にあった様式をあらかじめ

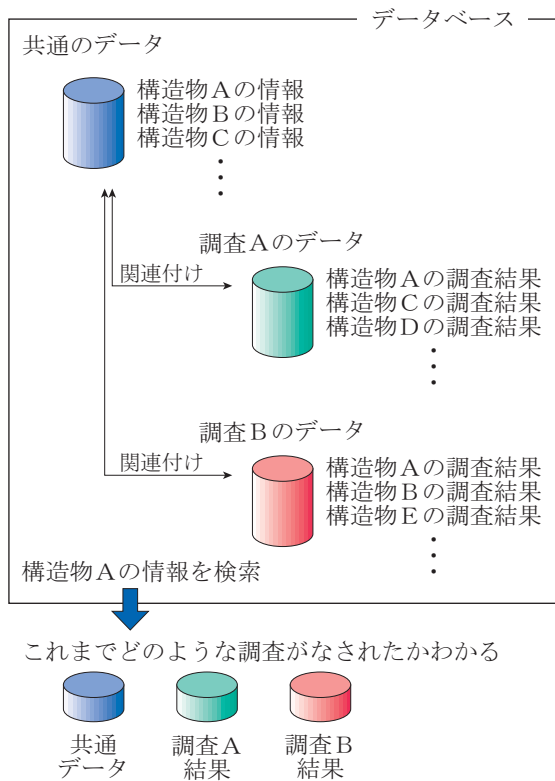


図-2 試作データベースの構造イメージ

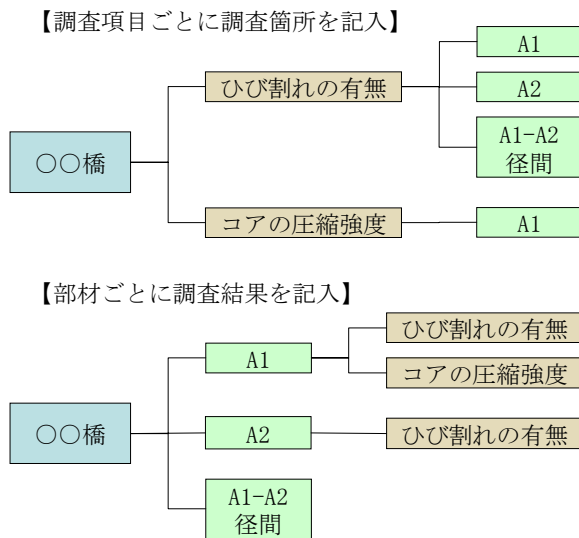


図-3 調査位置の整理方法の例

用意しておく必要がある。

今回整理した調査データには、橋梁・擁壁・水門などさまざまな構造物が含まれており、記録するすべての構造物の形状をあらかじめ予測しておくことは困難であった。このため調査データは構造物の単位でとりまとめ、必要に応じて調査箇所を記録する、前者の方法を採用した。

表-3 共通データ

項目	データの書式*1
所在地	都道府県：一覧から選択 市町村以下：自由記入
道路河川種類	一般国道，都道府県道，一級河川，二級河川などから選択
道路番号	4桁の整数
水系名・河川名	それぞれ自由記入
起点からの距離	実数
構造物種類	橋梁，擁壁，水門などから選択
構造物名	自由記入
現存・廃棄	チェックボックス式
MICHIコード*2	10桁の数字
構造物ID	14文字のテキストデータ

- ※1 自由記入とは記入者が長さが固定されていないテキストデータを入力する書式である。
- ※2 (財)道路保全センターが作成する道路管理データベースシステム(MICHI)に含まれている各種の情報を結合して作成した数列である。国交省管理の道路構造物のみに付与される。

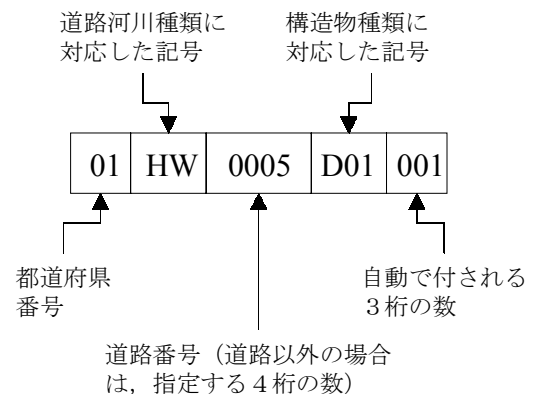


図-4 構造物IDの書式

(3) 共通情報と調査結果の関連づけ

前項・前々項の検討後、共通データとして抽出する調査項目を検討した。共通データには、一覧表としての見やすさも重要であることから、その記載内容を厳選し、表-3に示す内容のみを記録することにした。

共通データには、各構造物を他の構造物と区別し、データベースに含まれる情報を検索するためのキーワードとして、各構造物に固有の構造物IDを付与した。構造物IDそのものが構造物の情報をある程度示すことが出来るように、

図-4のように定めた。

#### (4) 図面・写真データの収容

構造物の設計図や劣化箇所の写真などをデータベースに格納する方法としては、データベース本体に格納する方法と、データベースとは別個にファイルを格納した上で、そのファイルとデータベース中の該当箇所を関連づける方法があると考えられる(図-5)。前者は、データのファイルが一つになり管理しやすい利点があるもの、データベース本体のファイルサイズが非常に大きくなるおそれがある。後者は、容量の大きい画像データ等を小分けにして管理でき、データの移動などには有利と考えられるが、データベース本体と別途保管するファイルとの関連付けを工夫する必要がある。

一方で、既存の構造物調査データを見ると、構造物によって情報量が大きく異なることがわかった。例えば、表-1で紹介した調査Eでは、調査結果に添付された写真が全景写真1枚の場合もあれば、100枚前後の写真集が付されている場合もあった。これは、構造物によってその規模や劣化の程度が様々であり、記録しておくべき情報の量が大きく異なるためである。したがって、データベースの側には必要な写真

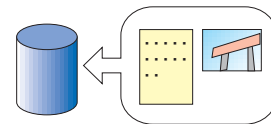
を必要な量だけ格納できる自由度が求められる。

これらを勘案して検討した結果、試作データベースでは、調査や構造物ごとに写真や図面を格納した写真帳を作成し、テキストデータを格納したデータベース本体とは分離して管理することにした。

#### (5) 写真帳の記載内容の検討

前項で記したように、構造物の調査結果には数多くの写真・図面データが添付されている場合がある。しかし、その全てをデータベースに格納するのは、作業の手間や閲覧性の面から合

【全部のデータを一つのファイルとする場合】



【写真・図面等のデータを分割する場合】

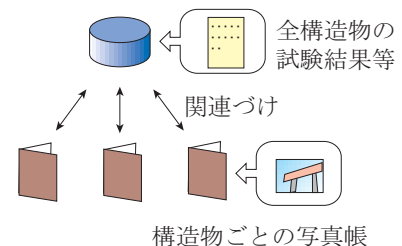
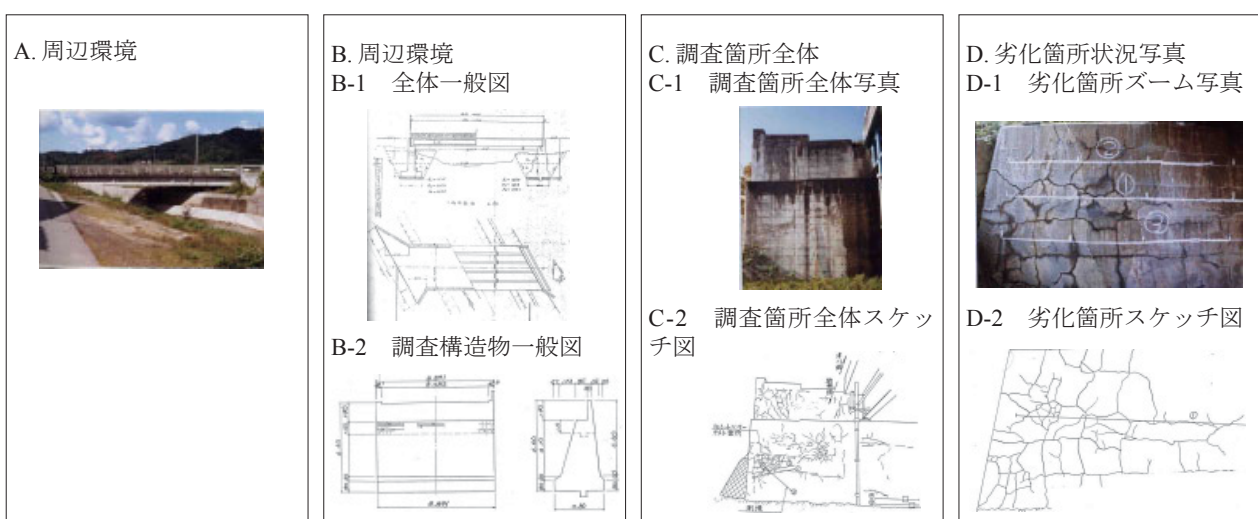


図-5 写真・図面データの整理方法の例



- ※ 必要に応じてD-1の写真の枚数は増やす。また、A～Dに該当しない種類の写真・図面で保存の必要があるものは、「E. その他」として保管する。
- ※ 各写真は、JPEG形式で30～50kB程度の大きさで十分な画質が得られるものと考えられる。上に示した他に数点の写真をあわせて収録した表計算ソフトのファイルを作成したところ、その大きさは約500kBであった。

図-6 写真帳の作成例

理的ではない。一方で、既往の調査結果を見ると、構造物の健全度診断のために当然必要だと思われる資料が欠落している場合も少なくない。

そこで、既往の調査事例を参考に、一般的な構造物調査の際に記録しておくべき写真・図面データを収録した写真帳の見本を作成した（図-6）。また、画像編集ソフトを用いて解像度の異なる画像を作成し、データの大きさと記録としての品質の関係を検討した。その結果、図-6の写真帳を用いた場合、約500kBの容量で、一つの構造物の調査結果を記録することができることがわかった。

#### 4. 今後の課題

##### 4.1 共通的なデータの取り扱い

構造物の調査結果の中には、設計条件に関するものなど、この試作データベースにおける共通データ（表-3）以外にも各調査で同じ調査項目・調査結果となりうるデータがある。

特に古い構造物ではこれらのデータが残されていないことも多いことから、今回の試作データベースでは、これらの情報について特別な検討は行わなかった。しかし、今後、構造物の調査結果を収集する際には、これらを個別の調査・試験結果とは分けて整理することが望ましい。このようなデータの取り扱いに関しては、今後の検討課題である。

##### 4.2 調査様式の統一

今回作成した試作データベースでは、調査項目や調査票の様式が大きく異なるデータを取り込むため、調査ごとに記録様式を用意する方法をとった。しかし、今後、構造物の情報を収集する際には、同一の様式に従ってデータが収集されることが望ましい。

その際、記入の労力を軽減したり、記入時の単純ミスを防ぎながら均質なデータを収集するためには、データベースソフトやWebアプリケーションを用いた調査票の作成・配布が有効であると考えられる。これを実現するためには、データの分類や記録方法について、さらに検討

をすすめる必要がある。

#### 5. まとめ

複数の調査結果をとりまとめたデータベースを試作し、実構造物の調査結果を記録するデータベースに求められる機能や構造、具体的な実現方法を検討した。検討の結果、構造物の共通データや各調査結果（テキストデータ）、写真・図面データを分割して格納する方法が、上記のようなデータベースの作成に適していることがわかった。また、調査構造物を特定するIDの付け方や構造物の健全度評価に必要な写真・図面を保管する写真帳の様式を提案した。

今後、想定される構造物調査・診断の種類ごとに、データの格納方法も含めた検討を行い、統一した調査フォーマットを確立する試みが必要と思われる。

#### 参考文献

- 1) 土木学会コンクリート委員会：コンクリートの耐久性に関する研究の現状とデータベース構築のためのフォーマットの提案，コンクリートライブラリー109，pp.95-97，2002.12
- 2) 土木研究所：コンクリート構造物の補修事例集，土木研究所彙報第49号，1988.11
- 3) 土木研究所：既存コンクリート構造物の健全度実態調査結果－1999年調査結果，土木研究所資料第3854号，2002.3
- 4) 古賀裕久ほか：既存コンクリート構造物の実態調査と調査結果のデータベース化，コンクリートの耐久性データベースフォーマットに関するシンポジウム論文集，pp.69-76，2002.12
- 5) 土木研究所：非破壊検査を用いたコンクリート構造物の健全度調査，土木研究所資料第3791号，2001.3
- 6) 土木研究所・日本構造物診断技術協会：コンクリート構造物の鉄筋腐食度診断技術に関する共同研究報告書－実構造物に対する適用結果－，共同研究報告書第269号，2001.3
- 7) 前掲1)，pp.162-171