

## (16) ひび割れの定量的管理へのプロセスモデルの適用

有賀 貴志<sup>1</sup>・矢吹 信喜<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 株式会社コンポート 代表取締役 (〒191-0011 東京都日野市日野本町 3-8-3)  
E-mail: t.aruga@conport.jp

<sup>2</sup>正会員 大阪大学教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻  
(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)  
E-mail: yabuki@see.eng.osaka-u.ac.jp

土木構造物を適切かつ効率よく維持、更新するため、アセットマネジメントの取り組みが行われている。アセットマネジメントの基本は日常の点検であり、構造物の現状把握を基本として様々な情報を収集、分析し、健全度の将来予測等の判断を行う。しかし、多くの事業者では予算の制約、専門技術者の不在などにより点検業務を外部委託することもあり、事業者と外部の専門家との情報共有を円滑に行う必要がある。そこで、コンクリート構造物のアセットマネジメントを目的とし、ひび割れ情報の蓄積、関連情報との連携、ひび割れの定量的評価へ向けた情報活用にプロダクトモデルを用いる手法を開発した。本稿では測量によるひび割れ情報の取得、測量結果からひび割れのプロダクトモデルを生成する手法を示す。

**Key Words:** asset management, maintenance, crack, product model, IFC

### 1. はじめに

土木構造物の建造には巨額の費用と長い時間を要し、一度建造されると取り換えは容易にできないため、長期間の供用が前提となる。また、自然災害に際して、社会の機能を維持し、被災した場合でも迅速に復旧させるために耐久性および安全性を常に確保する必要があり、社会的要請として適切な維持管理が求められている。維持管理には多額の費用を要するため、適切かつ効率のよい維持、更新を目的としたアセットマネジメントの取り組みが始まっている。アセットマネジメントの基本は、日常の点検にあり、構造物の現状把握を基本として様々な情報を収集、分析し、健全度の将来予測等の判断を行う。一方で、維持管理業務を行う事業者の多くは予算の制約、専門技術者の不在等により、必ずしも維持管理を専門としない職員により維持管理業務を実施している実情がある。

土木構造物の設計、施工段階においては、建築分野を中心に活用されている BIM (Building Information Modeling<sup>1)</sup>) の手法を応用する取り組みがある。BIM は、プロダクトモデルを中核として、設計・施工・維持管理等の業務における情報共有を目的としたものである。

そこで、本論文では土木構造物の維持管理のうち、特にコンクリート構造物のひび割れの情報管理に着目し、プロダクトモデルを用いたデータ管理手法を示す。

### 2. 情報管理の課題と管理手法の提案

アセットマネジメントでは、構造物の損傷に対する将来の健全度の予測を行い、補修・補強の実施を計画する。その基本は構造物の健全度の現状評価であり、構造物の諸元や点検データの蓄積が不可欠である。コンクリート構造物における点検の基本は現場における目視検査で、ひび割れを代表とするコンクリート表面にあらわれる変状の有無を把握し、変状が認められた場合、健全度の評価、対策の要否を検討することになる<sup>2)</sup>。

ひび割れの状況の記録には、ひび割れ展開図が用いられている。ひび割れ展開図は、一般に構造物を 2 次元の図面に展開し、現場で確認したひび割れを写したものであるが、その多くは写真やスケッチを基に手作業で作成されている。また、画像解析によるひび割れ検出の方法があるが、構造物の健全度に影響のあるひび割れを膨大な画像情報から判断するのは容易ではない。

維持管理を外部の専門機関に委託する場合もあるが、ひび割れ展開図をはじめとする点検結果等の資料は専門性が高く、維持管理を行う事業者専門技術者が不在の場合等、専門機関と事業者の担当者間の情報共有が難しい。また、アセットマネジメントでは点検結果だけでなく構造物の環境、利用状況、設計・施工の履歴、過去の点検記録等の膨大な記録を参照する必要があり、その資料の整理、検索に時間を要している。

このような課題を解決する一つの手法として、プロダクトモデルを用いた情報管理に着目した。プロダクトモデルは、製品の設計・製造において、3次元データに製品のライフサイクル上で必要な情報を統合的に関連づけることで製品データを構築するものである。維持管理にプロダクトモデルを用いる利点は、①構造物と変状を3次元形状で再現することができるため、従来のひび割れ展開図に比べて専門家以外でも構造物と変状の関係を容易に把握できる、②構造物のプロダクトモデルを基幹として、設計図、計算書、調査報告書、写真等の情報を連携することで、情報の検索が容易となる、③設計・施工の情報および維持管理の情報の蓄積を、同じ管理手法とすることで、情報を継続的に管理運用できる、などがある。本論文では、維持管理に用いるプロダクトモデルのうち、ひび割れのプロダクトモデルの生成方法を示す。

### 3. ひび割れ情報の取得とデータ生成

ひび割れのプロダクトモデルの生成にあたり、筆者らは、クラックスケール内蔵光波測量器を用いる手法に着目した<sup>3)</sup>。この測量器は、40倍の望遠レンズを搭載し、焦点鏡にクラックスケールを内蔵したもので、ノンプリズムによる長距離測距およびひび割れ幅に対する視準角度補正が可能である。測量器を据え付けた位置の座標、計測対象との角度、距離からひび割れの座標を得ることができる。この測量器を用いたひび割れ計測の利点は、過去のひび割れデータの座標を基に、ひび割れの進展を追跡可能であること、ひび割れの測定と同時に構造物の3次元形状を得られる点にある。

本研究では、クラックスケール内蔵光波測量器で取得した座標データから、Microsoft Excel および Visual Basic for Applications を用いてひび割れのプロダクトモデルを生成する手法を開発した。プロダクトモデル生成の手順は、①クラックスケール内蔵光波測量器を用いてひび割れを測量する、②測量結果をテキストデータとして出力する、③テキストデータを Excel に読み込み、測量日、作業者、天候、気温等の点検情報を加える、④ひび割れのプロダクトモデルを IFC<sup>1)</sup>の書式で生成する、となる。

ひび割れ調査結果を、本手法を用いて対象構造物のプロダクトモデル上にひび割れのプロダクトモデルを表示する手順を図-1に示す。コンクリート構造物および変状は、鉄筋コンクリート開削トンネルに関する構造部材、仮設部材および変状のプロダクトモデルの開発<sup>4)</sup>の成果を用いた。コンクリート構造物はプロダクトモデルとして作成されているので、材料、強度等の構造物自身の情報、設計図や調査報告書等の情報が関連づけられ、加えて、定量的評価等への情報活用も可能である。

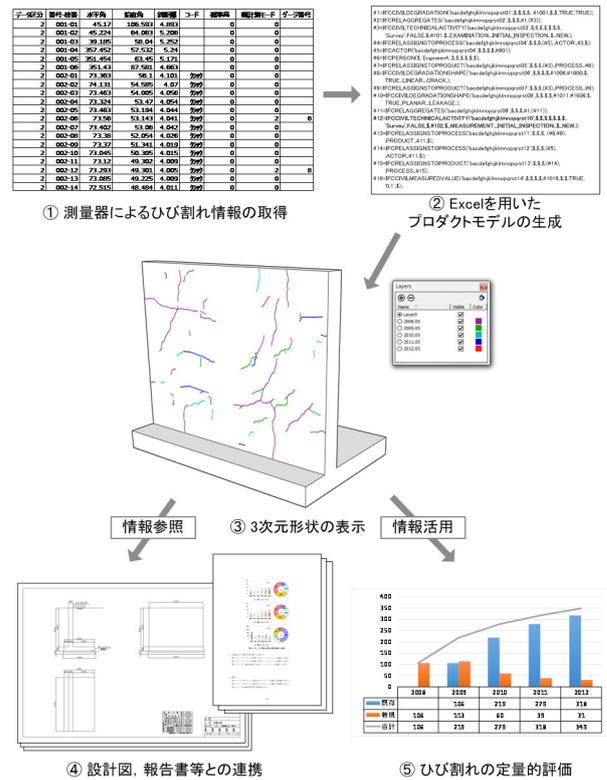


図-1 プロダクトモデル生成手順と情報連携

### 4. おわりに

本研究の結論を以下に示す。

- ・ プロダクトモデルの3次元表現により、専門機関と事業者の情報共有を円滑に行うことができる。
- ・ 構造物および点検の情報はプロダクトモデルを中心に関連づけられているので、業務に際しての情報取得の効率が向上する。
- ・ 精度の高いひび割れのプロダクトモデルを、簡便な手法により生成することができる。
- ・ ひび割れの進展に関する定量的評価が可能である。

謝辞：本研究にあたり、関西工事測量株式会社の生川慎氏に多大なるご支援をいただいた。ここに記して深甚なる感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 矢吹信喜, 蒔苗耕司, 三浦憲二郎: 工業情報学の基礎, 理工図書, 2011.
- 2) 社団法人土木学会: アセットマネジメント導入への挑戦, 技法堂出版, 2007
- 3) 前田穰, 中庭和秀, 石澤徹, 小山幸則, 朝倉俊弘: クラックスケール内蔵光波測量器を用いたひび割れ点検システムの開発と現場適応, 土木情報利用技術論文集, Vol.16, pp.167-174, 2007.
- 4) 有賀貴志, 矢吹信喜: 土木構造物を対象とした変状の情報管理のためのプロセスモデルの開発, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), Vol.69, No.1, pp.10-20, 2013.