

SCOPE 研究開発助成(平成25年度実施)報告会
日時: 2014年7月7日(月)12:45~16:30 (13:15~13:40)
場所: 航空会館 5階 (東京都港区新橋1-18-1)

平成25年度(一財)港湾空港総合技術センター研究開発助成
助成番号: 平成25年 1月 22日付 第12 - 5号
研究開発項目: (指定①) 海岸および空港の施設の健全度評価に関する研究

TSとMMSを用いたコンクリート構造物の 変状の3D現況モデル作成に関する研究

大阪大学 大学院工学研究科
環境・エネルギー工学専攻 教授
矢吹 信喜

Nobuyoshi Yabuki

1

OUTLINE

1. はじめに
2. 既往の研究
3. システムの開発
4. 結論

Nobuyoshi Yabuki

2

第1章 はじめに

- 土木構造物, とりわけ港湾・空港施設は, 広大な面積をコンクリート構造物で占めている.
- ひび割れ, 剥落などの変状を監視し, 健全度評価を適切に行うことが必要.
- しかし, 現状は, 変状は目視によるスケッチ, 写真などの画像情報.
- 精通した担当者でないと構造部材との連関が不明.
- 点検, 評価に時間と労力がかかる.

Nobuyoshi Yabuki

3

最近の建設分野のICT

- IFCは, BIMの中核となるプロジェクトの共通データモデルであり, ISO 16739 (2013)となった.
- TSを用いたひび割れ変状の3次元形状データ取得システム(KUMONOS)
- 3次元レーザースキャナと点群データ
- MMS
- 画像データとのリンク

Nobuyoshi Yabuki

4

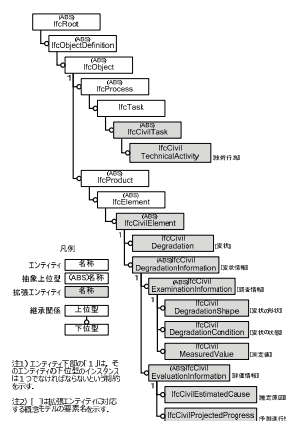
研究目的

- 港湾・空港施設などのコンクリート構造物を対象として、KUMONOS内蔵のトータルステーションを利用して、ひび割れ等の変状の3次元形状データを得、コンクリート構造物のプロダクトモデルに変状と統合化した形でデータ化する。
- さらに、レーザースキャナを搭載したMMSを用いて、構造物の3次元現況形状データを得て、プロダクトモデルと重畳して、時間軸を有する4Dモデルとし、健全度評価に資するシステムを開発すること。

第2章 既往の研究

- 土木構造物の変状の情報管理のためのプロダクトモデル
- 有賀・矢吹は、土木構造物の維持管理における情報管理にプロダクトモデルを用いることを目的として、変状を含めた開削トンネルのプロダクトモデルの開発の過程において、開削トンネルを構成する構造物に生じる変状の特徴を整理し、開削トンネルおよび変状の概念モデルを構築し、構築した概念モデルに基づいてIFC実装可能なクラスを拡張し、実構造物を例としたプロダクトモデルの適用例を示した。
- 有賀貴志、矢吹信喜、新井泰：変状データを含む開削トンネルのプロダクトモデルの構築，土木学会論文集F3(土木情報学)，Vol. 68, No. 1, 58-70, 2012

- また、有賀・矢吹は、土木構造物の変状に関する情報作成過程の記録および経年変化する変状の情報管理を目的とし、IFCを拡張してプロセスモデルを開発し、プロセスモデルにおけるアクティビティの定義やプロセスモデルの構造、IFCのスキーマの拡張を行い、実業務への適用例を示した。
- 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. 68, No. 1, 58-70, 2012



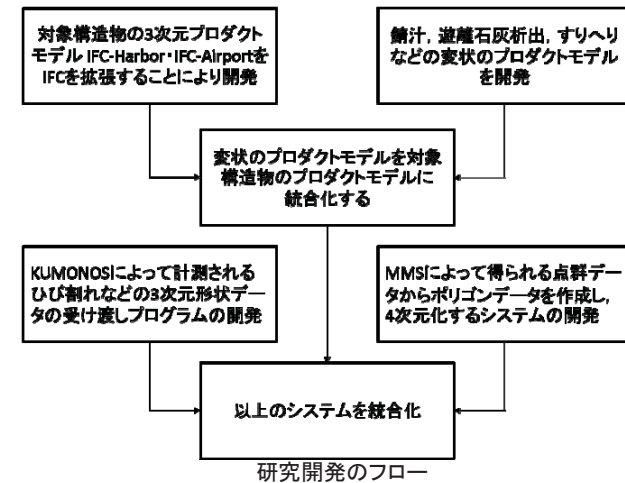
ひび割れ形状データ取得可能な レチクル内蔵TS (KUMONOS)

- 遠隔から測定可能
- 構造物の3次元形状データ取得
- ひび割れの3次元形状データ取得
- ひび割れの幅の計測が可能
- AutoCADのデータとして出力
- EXCELデータとして出力

MMS, 点群データからの形状抽出

- Mobile Mapping System
- 固定式レーザースキャナより, 高速, 広範囲に3次元点群データを取得
- 但し, 精度は固定式よりは劣る.
- 矢吹・中庭らは, 切削オーバーレイ広報による道路舗装改良工事へのMMSの活用を提案
- 金井, 増田, 嘉納, 福田ら等, 多くの研究者らが, それぞれ点群データから平面形状やパイプ, 鉄筋等を抽出する研究を実施

第3章 システムの開発

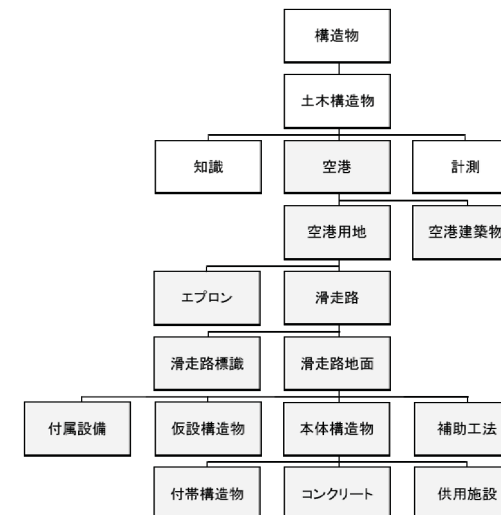


計測対象地と対象構造物

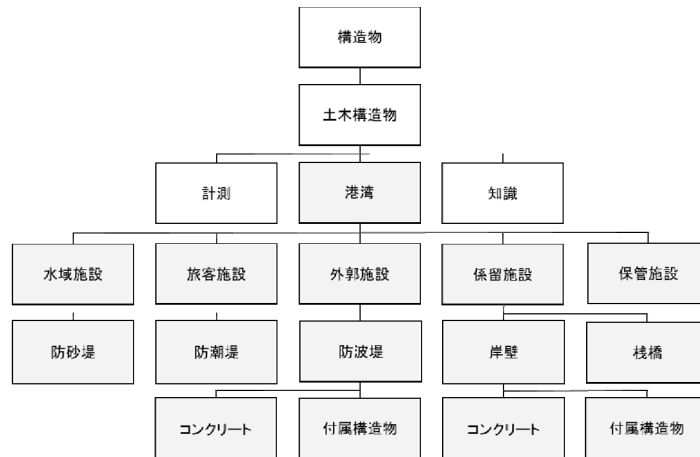
兵庫県西宮市鳴尾川付近のRC堤防擁壁



空港のうちコンクリートに関する物理要素の概念モデル



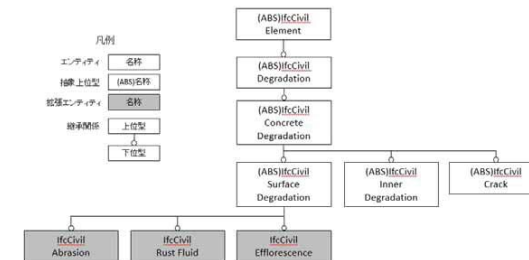
港湾のうちコンクリートに関する物理要素の概念モデル



Nobuyoshi Yabuki

13

変状のプロダクトモデルの開発

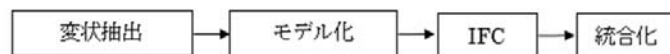


```
ENTITY IfcCivilAbrasion
  SUBTYPE OF (IfcCivilSurfaceDegradation);
  DegradationFigure: IfcCivilDegradationFigureTypeEnum;
END_ENTITY;
ENTITY IfcCivilRustFluid
  SUBTYPE OF (IfcCivilSurfaceDegradation);
  DegradationFigure: IfcCivilDegradationFigureTypeEnum;
END_ENTITY;
ENTITY IfcCivilEfflorescence
  SUBTYPE OF (IfcCivilSurfaceDegradation);
  DegradationFigure: IfcCivilDegradationFigureTypeEnum;
END_ENTITY;
```

Nobuyoshi Yabuki

14

変状のプロダクトモデルと対象構造物のプロダクトモデルの統合化



Nobuyoshi Yabuki

15

KUMONOSによって計測されるひび割れなどの3次元形状データの受け渡しプログラムの開発

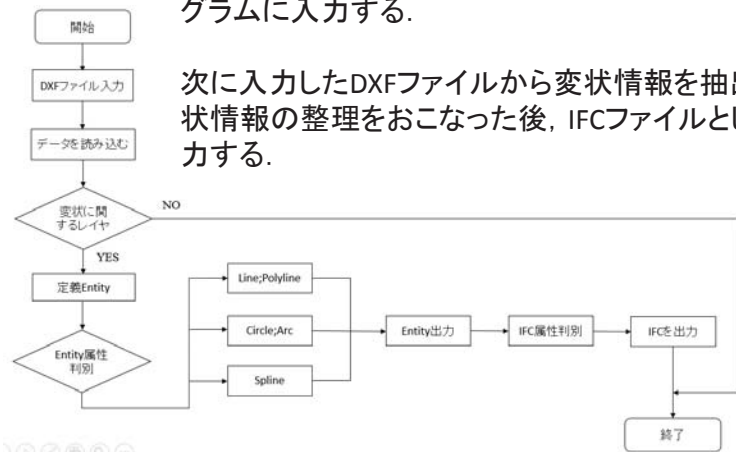
- KUMONOSで計測した対象構造物の変状データであるDWGファイルを利用して、IFCファイルを出力するプログラムを開発
- Autodesk Architectureを利用して、IFCを出力することが可能であるが、変状に関するIFCのクラスである、IfcCivilCrack, IfcCivilAbrasion, IfcRustFluid, IfcEfflorescenceは現在IFC2x3には定義されていない。
- そのため、IFCファイルへの出力の際に変状に関する情報が失われてしまう。
- そこで、既存のIFCにあり、IFCのBuildingElementの代替要素として用いることができるIfcBuildingElementProxyを用いた。

Nobuyoshi Yabuki

16

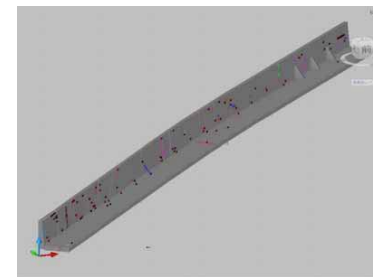
開発プログラム

AutodeskのAutoCAD Architectureの機能を用いて、対象構造物のDWGファイルから、DXFに変換し、プログラムに入力する。



Nobuyoshi Yabuki

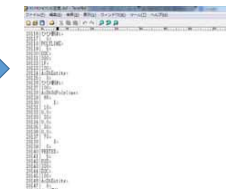
17



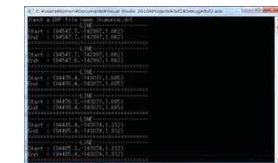
CADのDWGデータ



抽出したlineとpolylineの変状



入力するDXFファイル



変状情報抽出、整理結果



出力したIFCファイル

Nobuyoshi Yabuki

18

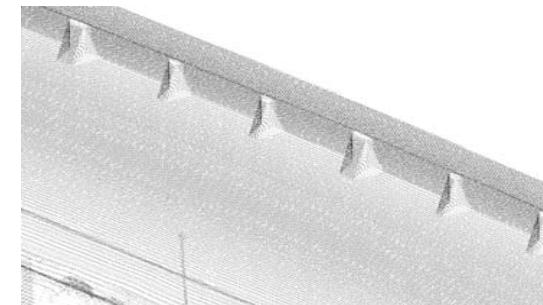
MMSによる点群データからポリゴン作成、4次元化するシステム

- MMSによって得られる点群データに対して、福田らが開発したPoly-Opt2012で使用されているアルゴリズムを用いて、ポリゴン化するシステムを開発した。
- MMSの点群データ(CSVファイル)を入力し、当システムにより、ポリゴンデータ(VRML)を作成し、3ds Max 2010でポリゴンの微修正を行い、DWGファイルに変換する。
- 以下、動作例を示す。

Nobuyoshi Yabuki

19

入力する点群データ



X₁, Y₁, H₁, R₁, G₁, B₁
 X₂, Y₂, H₂, R₂, G₂, B₂
 X₃, Y₃, H₃, R₃, G₃, B₃
 ⋮

データフォーマット

```

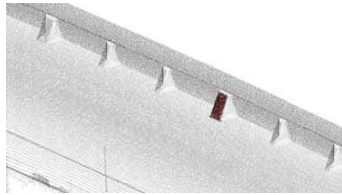
94555.5700,-143014.9330,11.8300,64.52,81,
94555.4820,-143015.0280,11.8340,46.69,115,
94555.8920,-143015.1280,11.7210,136.191,255,
94555.3930,-143015.1310,11.8410,38.86,167,
94555.8130,-143015.0600,11.6650,142.197,255,
94555.3060,-143015.2240,11.8450,238.255,255,
94555.7350,-143014.9870,11.6080,139.196,255,
94555.1300,-143015.3500,11.5910,146.190,255,
94555.7210,-143005.3590,8.2290,123.193,255,
94555.6560,-143014.9280,11.5550,134.189,255,
    
```

CSVファイル

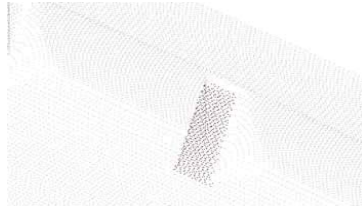
Nobuyoshi Yabuki

20

平面部分の抽出



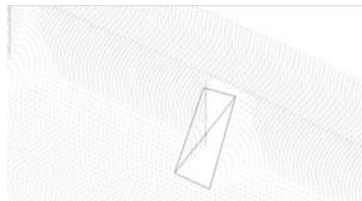
点群データから平面部を認識



拡大図



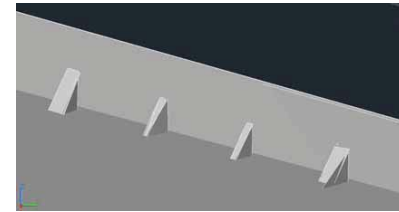
ドロネー三角形分割により, TIN化



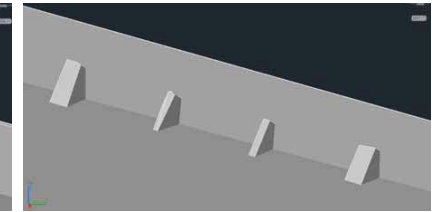
ロバスト推定処理により, ポリゴン作成

第4章 結論

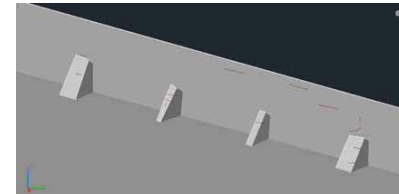
- 港湾・空港構造物の3次元プロダクトモデルIFC-Harbor・IFC-Airportのプロトタイプを開発した。
- コンクリート構造物のひび割れ, 剥離, 錆汁, 遊離石灰析出, すりへり等の変状のプロダクトモデルを開発した。
- KUMONOSによって計測されるひび割れなどの3次元形状データから, 変状情報を抽出し, IFCファイルとして出力するプログラムを作成した。
- MMSによって得られる3次元点群データからポリゴンデータを作成するプログラムを作成した。
- KUMONOS内蔵のトータルステーションによって得られる変状の3次元形状データと変状のプロダクトモデルおよび対象構造物の3次元現況モデルを統合化して表示するシステムを開発した。



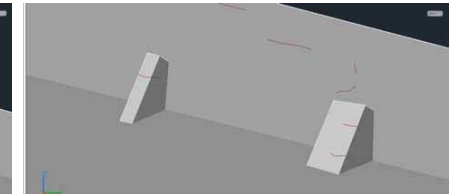
ポリゴンデータのVRML出力



3ds Maxにより形状の微修正



ひびわれ変状データの重量



左図の拡大図

今後の課題

- KUMONOSによって計測されるひび割れなどの3次元形状データの受け渡しプログラムの開発を行ったが, 現段階ではSplineの変状情報を出力することができないため, 今後の課題として研究する。
- KUMONOSによって計測されるひび割れなどの3次元形状データから, 変状情報を抽出し, IFCファイルとして出力するプログラムにおいて, 現段階では3次元形状情報が失われたIFCファイルが出力されるため, 今後, 3次元形状情報を保持したIFCファイルの出力が可能なシステムの開発を目指す。
- MMSから得られた3次元点群データを, 3次元モデルへポリゴン化する際, モデリングの精度が悪く適切なポリゴンが生成されない場合, モデリングソフト等で手操作によるモデルの修正が必要となる。点群からの自動ポリゴン化の精度を高めていく必要がある。