(14) 維持管理を対象とした 河川プロダクトモデル IFC River の基礎的検討

山本　敦大[1]・矢吹　信喜[2]・有賀　貴志[3]・山本　一浩[4]

[1]正会員　八千代エンジニヤリング株式会社　技術管理本部　情報技術部
（〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8CS タワー）
E-mail: at-yamamoto@yachiyo-eng.co.jp

[2]フェロー会員　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

[3]正会員　株式会社コンポート（〒191-0011 東京都日野市日野本町 3-8-3）
E-mail: t.aruga@conport.jp

[4]正会員　八千代エンジニヤリング株式会社　技術管理本部　CIM 推進室
（〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8CS タワー）
E-mail: kz-yamamoto@yachiyo-eng.co.jp

近年，河川や社会環境の変化に対応するため，デジタル技術による河川維持管理の効率化及び高度化が求められている．河川維持管理では，機械判読が困難な媒体でデータを蓄積していることから，データから有用な情報を取得する際に人手を要する必要があり，多くの時間と手間がかかる．河川の維持管理の効率化及び高度化の手法としてデジタルツインによる維持管理が挙げられるが，機械判読が困難な形式でデータを蓄積されている現状では適用は難しい．そこで，本研究では維持管理に関わる河川データの機械判読化を目的とし，建設分野で適用が進むプロダクトモデルである IFC（Industry Foundation Classes）の河川への拡張として，IFC River を開発した．IFC River を用いることで河川及び河川管理施設を機械判読可能な形式でモデル化することができた．

Key Words: *product model, river, IFC, BIM/CIM, infrastructure management*

1. はじめに

近年，河川管理施設の老朽化や気候変動に伴う災害の激甚化等の河川環境の変化や，労働人口の減少や税収の減少といった社会環境変化が生じている．これら河川や社会環境の変化に対応するため，デジタル技術による河川維持管理の効率化及び高度化が求められている[1)2)]．

河川の維持管理では，点検・巡視記録や測量結果，過去の工事履歴等の多くのデータを蓄積しているが，これらは紙媒体やPDF，CAD等の構造化されていない機械判読が困難な媒体に主に保存されている．そのため，情報の取得に人手を要する必要があり，有用な情報の取得に多くの時間と手間がかかる．

社会インフラ全般の維持管理の効率化及び高度化手法として，デジタルツインによる維持管理がある．デジタルツインを用いることで，リアルタイムな現場の情報を用いた維持管理が期待される．しかし，多くのデータが機械判読が困難な媒体で蓄積されている現在の河川維持管理では，現実とデジタルとの間で情報のやり取りが難しく，デジタルツインによる河川維持管理業務の実施は叶わない状態である．

機械判読が困難な形式で河川の維持管理に関わるデータが蓄積されている状況を解決するため，近年ではデータベースを用いたシステムが利用されてきている．国土交通省は各地方整備局の河川事務所の職員を対象とした，RiMaDIS（River Management Data Intelligent System）と呼ばれるシステムを運用している[3)]．RiMaDIS は国土交通省管轄の河川における点検・巡視データをクラウドサーバ上に一元管理し，河川維持管理の効率化を図るシステムである．RiMaDIS は点検・巡視データを機械判読可能

な形式で集約するが，取り扱えるデータは 2 次元に制限されるため，構造物の空間的な位置の把握が困難である．

また，統一フォーマットでデータを表記することで機械判読が容易になる．河川の 3 次元データのモデル化の取り組みとして，J-LandXML が挙げられる [4]．J-LandXML は道路や河川分野のデータ交換フォーマットである LandXML の日本版である．J-LandXML には河川分野のデータモデルがあるが，堤防や護岸等のモデルに限定されている．そのため，治水施設を含めた河川の 3 次元データのモデル化が求められる．

社会インフラの維持管理をデジタルツインやデータモデルを用いて高度化・効率化しようとする研究も実施されている．Pregnolato ら [5]は既設の橋梁の維持管理にデジタルツインを活用するワークフローを提案した．しかし，河川のような広域かつ複数の構造物が存在する場合への適用はしていない．また，窪田ら [6]は河川の維持管理情報のデータモデルを定義したが，維持管理に関わるモデルの定義に留まり，河川自体の定義が不足する．

これらの従来の対応策から，3 次元を表現できる河川の構成要素のモデル化が求められる．そこで，本研究では維持管理に関わる河川データの機械判読化を目的とし，治水施設を含めた河川のプロダクトモデルを開発する．

2. 土木分野におけるプロダクトモデル

(1) IFC（Industry Foundation Classes）について

建設分野におけるプロダクトモデルの取り組みとして，IFC（Industry Foundation Classes）[7]が挙げられる．IFC は buildingSMART International により開発，管理されている国際規格であり，ハードウェア，ソフトウェア，インターフェースでの利用等の促進を目指している．

IFC では定義されたクラスについて，クラス間の関係を示すクラスによって階層構造を定義することができる．ここで，IfcSpatialElement 等の空間を表すクラス群を空間要素，IfcElement 等の部材を表すクラス群を物理要素と呼ぶこととする．

(2) IFC River の提案

IFC は主に建築分野を対象としてきたが，近年では IFC を土木分野に適用する試みがなされている．しかし，河川分野への適用はまだされていない．河川と同様に水域を扱う分野では，IFC の港湾・水路への拡張である IFC Ports and Waterways が挙げられる．IFC Ports and Waterways は港湾や水路等の運輸に関係する施設を対象としており，治水施設は取り扱っていない．そこで，本研究では IFC のうち，土木分野への適用がなされている IFC 4.3 を元に，河川分野へ拡張した IFC River を提案する．

3. IFC River の開発

河川をモデル化するに当たり，適用する用語や定義が明確である必要がある．そこで，本研究では適用する法令等が明確である一級河川または二級河川かつ，河川堤防のある河川をモデル化の対象とした．そのため，日本の法令（河川法及び河川維持管理施設構造令）や基準書（河川砂防技術基準）等を主に参考とし，河川のプロダクトモデルである IFC River を開発した．モデルの表記には UML（Unified Modeling Language）を用い，その凡例を図-1 に示す．なお，本モデルにおいて，新規に提案した項目は論理名とし，日本語で表記した．

(1) 河川のモデル

開発した河川とその構成要素のモデルを図-2 に示す．

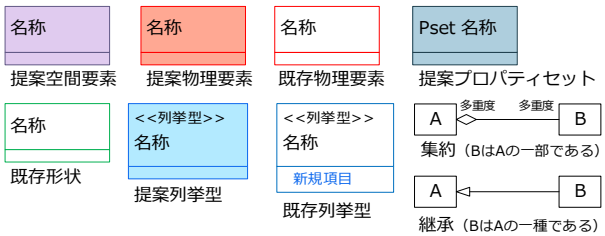


図-1 モデルの凡例

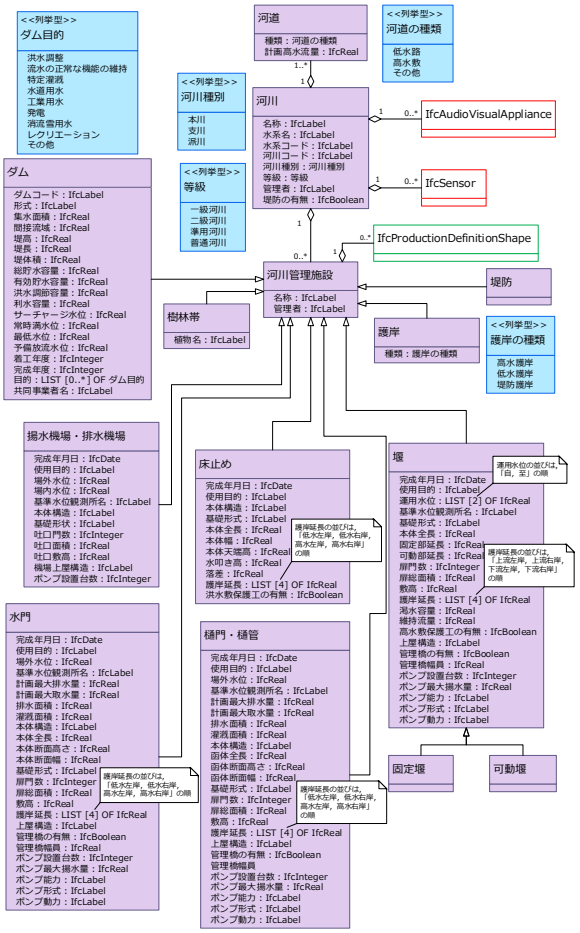


図-2 河川と河川の構成要素のモデル

開発した河道のモデルを図-3 に示す．ここで，河道の基準となる中心線は，距離標の設置時の基準となる流心線とした．また，河道及び堤防は線形を基準として形状を表現できることから，同様に線形を基準として形状を表現する道路分野の拡張である IFC Road の形状の定義を用いた．

(2) 河川管理施設のモデル化

本研究では，河川管理施設として，堤防，護岸，ダム，床止め，堰，水門，樋門・樋管，揚水機場・排水機場及び樹林帯をモデル化した．それぞれのモデルを図-4～図-12 に示す．堤防の線形の基準は，J-LandXML で定義された堤防の線形の基準である表法肩または天端中心を用いた．

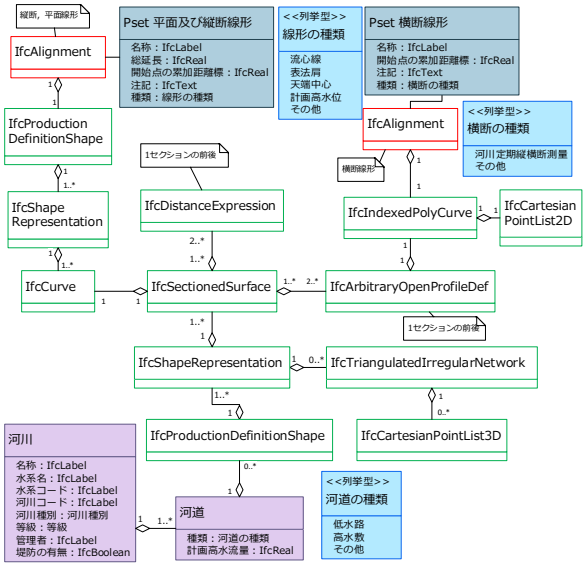


図-3 河道のモデル

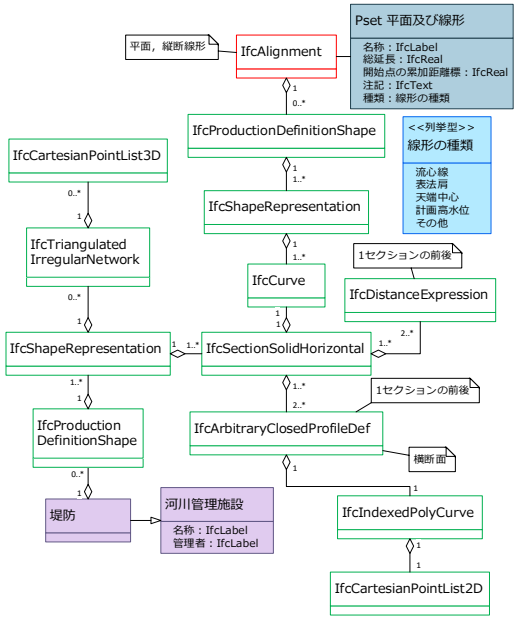


図-4 堤防のモデル

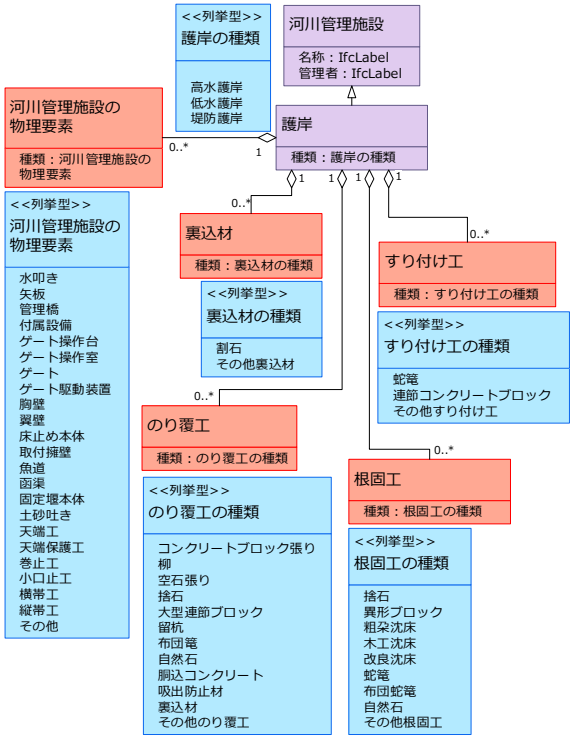


図-5 護岸のモデル

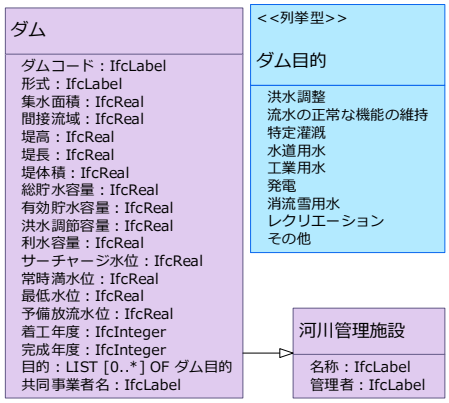


図-6 ダムのモデル

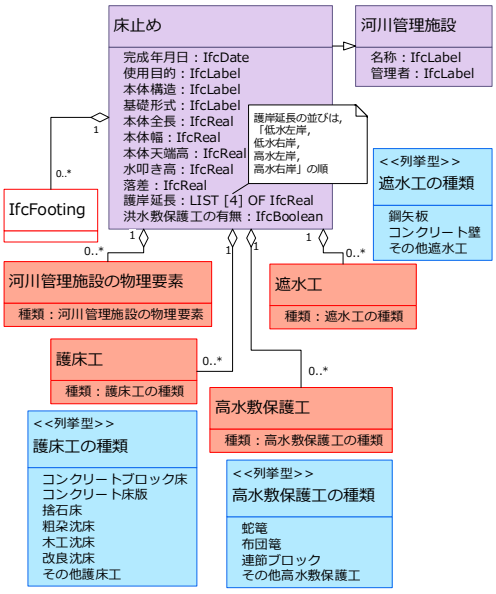


図-7 床止めのモデル

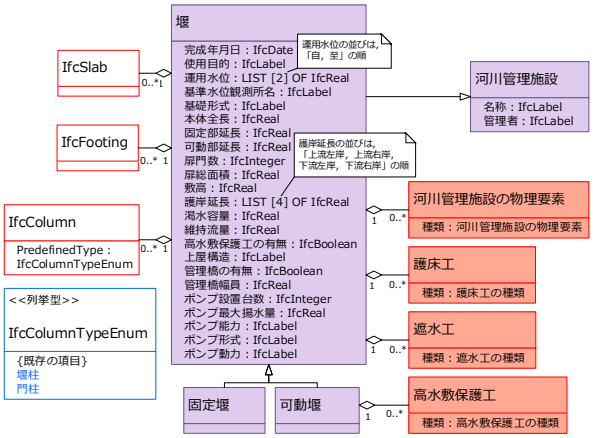


図-8　堰のモデル

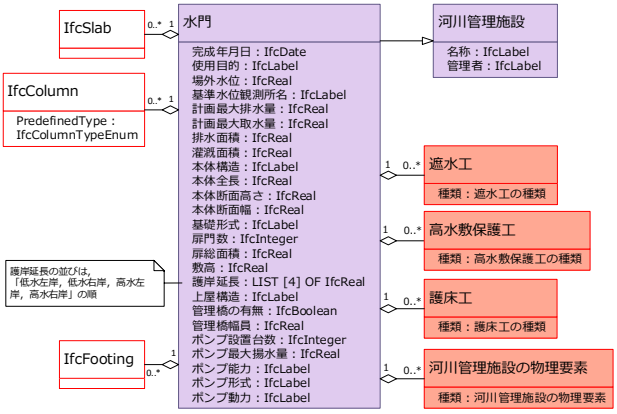


図-9　水門のモデル

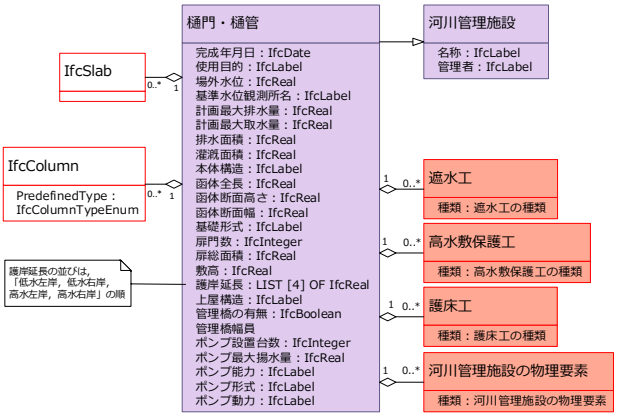


図-10　樋門・樋管のモデル

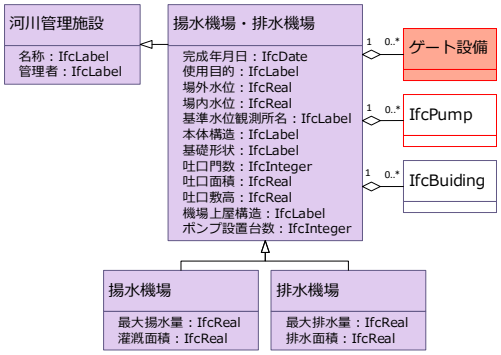


図-11　揚水機場・排水機場のモデル

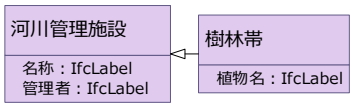


図-12　樹林帯のモデル

4.　おわりに

本研究では，維持管理に関わる河川データの機械判読化を目的とし，河川のプロダクトモデルである IFC River を開発した．モデル開発の対象は一級及び二級河川のうち河川堤防のある河川の構成要素及び河川管理施設とした．本モデルを用いることで，河川及び河川管理施設を機械判読可能な形式でモデル化することができた．

今後の課題として，本モデルの実河川への適用及び本モデルから情報を取得するデジタルツインの開発が挙げられる．

謝辞：本研究の遂行に当たり，国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所様にご協力頂いた．ご協力頂いた関係者の皆様に謝意を表す．

参考文献

1) デジタル庁：デジタル社会の実現に向けた重点計画，＜https://www.digital.go.jp/policies/priority-policy-program/＞，（入手 2023.5.15）．
2) 国土交通省：令和 4 年版国土交通白書，＜https://www.mlit.go.jp/statistics/file000004.html＞（入手 2023.5.15）．
3) 森永泰司，鈴木克尚，沼田太郎，山口修平，長坂健，星尾日明：RiMaDIS の構築と運用および今後の展開，河川技術論文集，26 巻 pp. 551-556，2020.
4) 国土交通省国土技術政策総合研究所：LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準（案）Ver.1.5，＜http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/jlandxml/1_5_1.pdf＞，（入手 2023.5.17）．
5) Pregnolato, M., Gunner, S., Voyagaki, E., R. De Risi, R., Carhart, N., Gavriel, G., Tully, P., Tryfonas, T., Macdonald, J. and Taylor, C.: Towards Civil Engineering 4.0: Concept, workflow and application of Digital Twins for existing infrastructure, *Automation in Construction*, Vol. 141, Article 104421, 2022.
6) 窪田諭，河合悠希，桝屋貴司，牧野友軌，角谷涼，曽我部由子，安室喜弘：3 次元データを用いた河川維持管理システムの開発とそのモバイル展開，インフラメンテナンス実践研究論文集，1 巻 1 号 pp. 452-460，2022.
7) buildingSmart International: Industry Foundation Classes (IFC), <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/ >, (accessed 2023.5.17).