

openBIM をベースとした完了検査手法の開発と実践

openBIM による建築確認申請の実現を目指して

Development and Practice of final inspection based on openBIM

Aiming to realize confirmation application by BIM

○荒川 暁郎**¹, ○能勢 浩三*¹, 野口 元*²

Akio ARAKAWA *¹, Kozo NOSE *¹ and Hajime NOGUCHI *²

*1 株式会社竹中工務店 大阪本店設計部

Design Department, Osaka Main office, Takenaka Corporation

*2 株式会社竹中工務店 設計本部

Design Management Department, Head Office, Takenaka Corporation

キーワード : BIM、openBIM、完了検査、IFC

Keywords : BIM; openBIM; final inspection; IFC

1. はじめに

竹中工務店では2018年から指定確認検査機関と協業してopenBIMをベースとする審査手法の議論を重ね、建築確認申請手続きにおいてIFCデータを提出しIFCビューワで3Dモデルや属性情報を審査に活用する実践試行を行ってきた。建築確認制度をデジタルで執行する上で、IFCデータを利用することの利点は、建築基準法が規定する確認申請図書の15年保管を踏まえた長期見読の可能性が高い点、また様々な設計用BIMソフトに対応できる汎用性が高い点が挙げられる。さらに審査・検査用のIFCビューワを開発すれば指定確認検査機関が様々なソフトウェアを利用することなく効率よく審査・検査ができるため基盤整備コストを低く抑えられる点が挙げられる(表1)。2021年度に当シンポジウムで論文発表したopenBIM確認申請¹⁾では部分的だがopenBIMをベースとする建築確認を実施することができた。

本報告はopenBIM確認申請で使用したIFCデータを利用して行った完了検査の報告である。

表1 openBIMとclosedBIMの概要

	openBIM	closedBIM
WHAT	・IFCやBCFなどの中立的でオープンに利用可能な標準を情報交換/共有に使用して実施するBIMの協同のプロセス ・データオリエンテッドの考え方に立つ。buildingSMARTが提唱し、フォーマットを策定	・独自のシステムや市販ソフトウェアのファイル形式のみでデータ交換を実施するBIMプロセス ・どちらかといえば、ソフトウェアオリエンテッドの考え方に立つ
永続性 見読性	・IFCはISO16739として規定され国際標準になっているため、データは長期(10年以上)にわたる利用が可能 ・データフォーマットは公開されているので、あらゆる開発者はそのドキュメントに基づきデータにアクセスが可能	・バージョンアップにより下位互換性の無いファイルフォーマットに変更されるため、データの永続性や見読性は長期にわたって保証されない ・データフォーマットは公開されていない。正式には当該ソフトの開発ベンダーやその開発ベンダーと契約した開発者が利用可能
利用関係者 メリット	・IFCがサポートされているソフトウェアから業務に最適なものを活用可能	・変換などのプロセスを必要とせずBIMのプロセスを実行可能
利用関係者 デメリット	・データの授受に際し、IFCへの変換作業が必要 ・ソフトウェアによってはデータの授受に際し問題が起こる場合が皆無ではない	・業務や職能に最適なソフトウェアを自由に選択できない
社内標準 整備・教育	・各職能内でもそれぞれのソフトウェアごとに社内標準の整備や教育が必要	・各職能毎に1種類の標準を整備すればよい。教育も職能ごとに1種類で済む
データ共有 (CDE)	・様々なデータ共有環境を活用可能	・ベンダーの主導する共有環境を利用
基盤整備 コスト	・必要とする機能を持った安価なソフトウェアを選択することでコスト抑制 ・社内標準・カスタマイズ開発や教育の整備がコスト増となる恐れがある	・開発ベンダーの販売戦略に依存する。 ・市場の寡占が進むと値上げが実施されて、利用コストも増大する傾向にある。 ・社内標準・カスタマイズ開発や教育の整備は比較的抑制が可能

図注 参考文献1より引用

2. openBIMによる完了検査

2.1. openBIM確認申請の取組み

建築研究所が示すBIM建築確認申請の開発ステップによると、開発Step3-及び3における確認申請手続きは、IFCファイルによる自動審査を想定している(表2)。openBIM確認申請を実施したO計画及びS計画においては、IFCファイルのみを提出する「Step3-」の手法を開発し、部分的に実施することができた¹⁾。しかし、IFCファイルのみを提出する建築確認申請手続きを実現するためには、現在図面を用いて実施している中間検査や完了検査を、IFCファイルで実施できるかどうかの実証が必要不可欠である。本試行では、openBIM確認申請を実践した建築計画について、IFCファイルを用いた完了検査が可能かの検証を目的とした。

表2 建築研究所 BIM建築確認申請の開発ステップ

開発ステップ	提出する書類やファイル
3-	BIM IFCモデル <部分的な自動計算等による審査>
3	BIM IFCモデル <完全自動計算等による審査>

図注 「BIM確認申請の展開と課題(2019, 武藤正樹)」を参照し筆者作成。「開発ステップ」の0~2-及び「整合性の高さ」「実施状況」の列は省略した

2.2. BIMモデルによる完了検査

完了検査とは「当該工事に係る建築物及びその敷地が建築基準関係規定に適合しているかどうか」を検査することで、「確認に要した図書」の通り実施されたものであるかを確かめることにより行う³⁾⁴⁾。本試行においては、その前段階で実施した openBIM 確認申請で IFC ファイルを提出したことから、「確認に要した図書」を「確認に要した IFC ファイル」と読み替えて完了検査を行うこととした。以下、上記内容を踏まえ、本報告では「IFC を利用した openBIM をベースとした完了検査」のことを「openBIM 完了検査」と称す。

2.3. 建築計画の概要及び検査項目

今回 openBIM 完了検査を行った計画は、前述のO計画及びS計画、並びにこれらと同様の手法を用いて openBIM 確認申請を実施したH計画とした(表3)。openBIM 完了検査の実施した検査項目は表4である。このうち1～4は openBIM 確認申請で実施した項目を openBIM 完了検査で現地確認することとした。一方、5、6は openBIM 確認申請で実施した項目ではないが、事前に計画内容が法適合していることを確認申請図書で照合して openBIM 完了検査で現地確認することとした。

2.4. 検査手法の概要

openBIM 完了検査で確認検査員が使用する IFC ビューワは、openBIM 確認申請時とは異なるものであるが、3Dモデルや属性は同一の内容を表示できるものである(図1)。openBIM 完了検査は、通常の完了検査後に試行として行った。確認検査員はタブレットを携帯し IFC ビューワを利用してモデルを参照して検査を行うこととし、検査に使用する IFC ファイルは openBIM 確認申請時に作成したものを利用した。なお、工事期間中の設計内容の変更は、建築基準法に基づく

	設計ソフト	ファイル	IFCビューワ
openBIM確認申請	ArchiCAD	IFC形式	Solibri
openBIM完了検査			StreamBIM

ビューワは異なるが、属性設定は同一のものを確認できる

図1 openBIM確認申請とopenBIM完了検査

表3 openBIM完了検査を行った建築計画の概要

物件名称	計画地	用途	主たる構造	地上/地下	延べ面積	検査内容	検査実施日	検証項目
O計画	岡山市	事務所	S造	2F/0	776.01㎡	完了検査	2021年7月7日	1, 4, 6
S計画	静岡市	事務所	RC造	3F/0	532.75㎡	完了検査	2021年10月25日	2, 3, 4
H計画	札幌市	事務所	W造	2F/0	856.46㎡	完了検査	2021年11月24日	3, 4, 5

表4 openBIM完了検査で試行した検査項目

	法	令	見出し	openBIM確認申請	openBIM完了検査
1	法第52条	—	容積率	容積対象床面積が許容容積率を超えていないことを確認	「容積率の算定から除外する室の用途」
2	法第61条	—	防火地域及び準防火地域内の建築物	延焼線にかかる外壁開口部が防火設備であることを確認	「建具の防火性能」
3	法第36条	令第112条	防火区画	防火区画上の開口部が所定の防火設備であることを確認	「主要構造部の耐火性能」
4	法第35条	令第126条の3	排煙設備の構造	有効排煙開口面積の適合性を確認	「排煙上有効な開口部の寸法」
5	—	—	—	—	「建築物の外観」
6	法第35条の2 他	令第129条 他	内装制限 他	(未実施)	「内装材料の不燃性能」

変更手続き(計画変更又は軽微変更)を行い、BIM オーサリニングソフトで作成した BIM モデルに変更内容を反映し、最新の IFC ファイルに更新して openBIM 完了検査を行った。

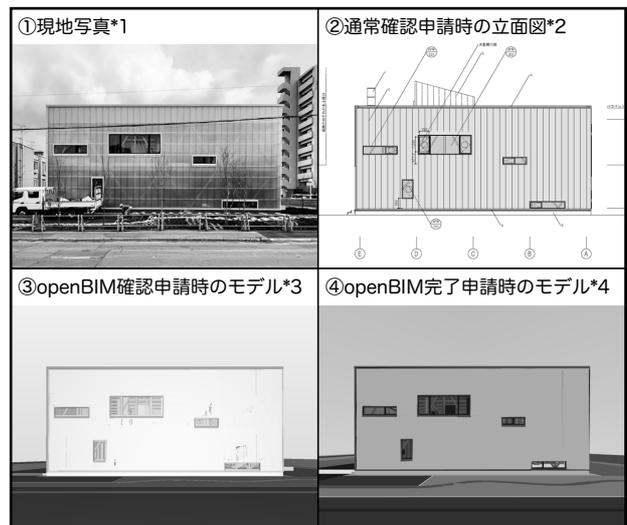
3. IFCビューワを用いた検査方法

3.1. 建築物の外観

完了検査で建築物の外観の確認を行う場合、確認申請の立面図を参照し、現地に建つ建築物の外観と照合し、大まかな高さの目視確認や開口部位置の整合確認を行う(図2①及び②)。openBIM 完了検査においては確認検査員が IFC ビューワで建築物の外観をモデル表示して、目視による整合確認を行う(図2③及び④)。

3.2. 容積率の算定から除外する室

発電機室は容積率の算定をする際に延べ面積から一定割合を除外することができる。完了検査では確認検査員は平面図や求積図を参照し、対象室の位置や用途を把握して現地で目視確認を行う。openBIM 確認申請において「申請部分の各種床面積及び建築面積を自動で分類し計算する」ツールを開発し、容積率及び建蔽率の求積及び集計を自動化した。openBIM 完了検査では、この際に設定した室用途の属性



図注 *1 openBIM完了検査時に筆者が撮影 *2 ArchiCADで作図しPDF出力したものを筆者がトリミング *3 ArchiCADで作成しSolibriで表示した3Dモデルを筆者がトリミング *4 ArchiCADで作成しStreamBIMで表示した3Dモデルを筆者がトリミング

図2 建築物の外観の比較

を利用して、確認検査員が IFC ビューワで発電機室をハイライト表示して位置を現地照合する。

3.3. 建具の防火性能

完了検査では所定の位置に必要な防火設備等が設置してあることを、平面図上に表示した防火区画等の凡例線や凡例記号を参照しながら現地確認する。openBIM 確認申請では「延焼のおそれのある部分の外壁開口部が適切な防火設備であること」「防火区画/防煙区画上の開口部が適切な防火設備であること」を検証するツールを開発し、建具オブジェクトに法的要件を表す属性を防火設備や特定防火設備等の文字列により設定した。openBIM 完了検査ではこの属性を利用して、確認検査員が IFC ビューワで各建具オブジェクトをハイライト表示して防火区画等の位置を現地照合する。建具の防火性能は、IFC ビューワで各建具オブジェクトの属性情報を表示して現地照合する。

3.4. 主要構造部の耐火性能

完了検査の方法は建具の防火性能の場合と同様で、平面図上に表示した凡例線や耐火リストを参照しながら現地合して行う。openBIM 確認申請では主要構造部（壁、床など）のオブジェクトに耐火規制を属性設定した。openBIM 完了検査では壁オブジェクトや床オブジェクトに属性設定した区画名称（防火区画や小屋裏隔壁等）を利用して、確認検査員が IFC ビューワで各主要構造部のオブジェクトをハイライト表示して（図3②）防火区画等の位置を現地照合する。各主要構造部の耐火性能は、IFC ビューワで各オブジェクトの建築材料を表示して現地照合する。

3.5. 内装材料の不燃性能

完了検査では平面図やALVS計算書と内部仕上表を参照して内装建材（壁・天井の地下・仕上材料）の不燃性能（不燃材料、準不燃材料、難燃材料）を現地照合する。openBIM 完了検査では予め建材名と不燃性能を対象室の壁・天井オブジェクトに属性設定した。確認検査員は IFC ビューワで各オブジェクトの属性設定した性能を表示して現地照合する。

3.6. 排煙上有効な開口部の寸法

完了検査では、平面図や建具表、計算書を参照して排煙開口位置や排煙上有効な高さ及び幅を現地照合する。openBIM 確認申請では「居室に設ける排煙上有効な開口部の面積が、当該居室の床面積の 1/50 以上であることを自動審査する」ツールを開発し、開口部オブジェクトに排煙上有効な高さ及び幅の値等を属性設定した（図4①）。openBIM 完了検査では確認検査員が IFC ビューワで開口部オブジェクトをハイライト表示することで排煙開口の位置を現地照合する。排煙上有効な高さ等は openBIM 確認申請時に属性設定した値を表示して（図4②）現地照合する。

4. 指定確認検査機関による完了検査

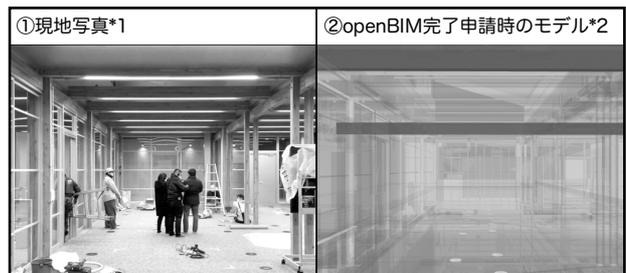
指定確認検査機関は openBIM 確認申請の IFC ファイルを IFC ビューワで閲覧して完了検査の試行を行った。openBIM 完了検査では主に openBIM 確認申請で予め、検査に必要な属性項目を一覧できるように表示設定を行い、現地照合をすることができた。以下、検査対象毎に考察する。

4.1. 位置・形状の照合

外壁開口部の配置など建築物の外観構成（3.1）は、オブジェクト相互の構成に過ぎず特段属性設定を必要としないため、検査時に IFC ビューワで 3D モデルを表示することにより容易に現地照合することができた。これは室の配置（3.2）や階段の形状など、検査項目が単に位置・形状を確認するだけのものであれば、同様の方法で現地照合ができるため、openBIM 確認申請のための特別な設定は不要である。

4.2. 種類・品質の照合

「防火設備」や「不燃材料」などの法的要件となる性能（3.3～3.5）は、予め openBIM 確認申請時に建具や壁等のオブジェクトに建築材料の種類や品質を属性として設定し、検査時に IFC ビューワでその設定内容を表示して現地照合することができた。これは建築設備や建築物省エネ法の検査などにも応用可能で、例えば検査項目が空調熱源機や窓ガラスなど個別のオブジェクト単位のものについては、オブジェクトに検査項目毎の属性を設定し、予め入力した文字情報を参照することにより現地照合に利用できると考えられる。



図注 *1 openBIM完了検査時に筆者が撮影。天井が施工済のため小屋裏隔壁の位置が目視できない。
*2 ArchiCADで作成しStreamBIMで表示した3Dモデルを筆者がトリミング。小屋裏隔壁部分をハイライト表示した状態

図3 天井隠蔽部の小屋裏隔壁をハイライト表示した状態

①openBIM確認申請時のモデル*1	②openBIM完了申請時のモデル*2																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>属性名</th> <th>値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001_室名</td> <td>執務室</td> </tr> <tr> <td>002_建具番号</td> <td>FSW304</td> </tr> <tr> <td>003_法規制</td> <td>防火</td> </tr> <tr> <td>004_開口部幅</td> <td>3,953.0</td> </tr> <tr> <td>005_開口部高さ</td> <td>691.2</td> </tr> <tr> <td>007_採光補正係数</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>008_有効採光面積</td> <td>8.25</td> </tr> <tr> <td>011_有効開口率</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table>	属性名	値	001_室名	執務室	002_建具番号	FSW304	003_法規制	防火	004_開口部幅	3,953.0	005_開口部高さ	691.2	007_採光補正係数	3.00	008_有効採光面積	8.25	011_有効開口率	1.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th>属性名</th> <th>値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001_室名</td> <td>執務室</td> </tr> <tr> <td>002_建具番号</td> <td>FSW304</td> </tr> <tr> <td>003_法規制</td> <td>防火</td> </tr> <tr> <td>004_開口部幅</td> <td>3,953.0</td> </tr> <tr> <td>005_開口部高さ</td> <td>691.2</td> </tr> </tbody> </table>	属性名	値	001_室名	執務室	002_建具番号	FSW304	003_法規制	防火	004_開口部幅	3,953.0	005_開口部高さ	691.2
属性名	値																														
001_室名	執務室																														
002_建具番号	FSW304																														
003_法規制	防火																														
004_開口部幅	3,953.0																														
005_開口部高さ	691.2																														
007_採光補正係数	3.00																														
008_有効採光面積	8.25																														
011_有効開口率	1.00																														
属性名	値																														
001_室名	執務室																														
002_建具番号	FSW304																														
003_法規制	防火																														
004_開口部幅	3,953.0																														
005_開口部高さ	691.2																														

図注 *1 ArchiCADで作成しSolibriで表示した窓の属性情報を筆者がトリミング *2 ArchiCADで作成しStreamBIMで表示した窓の属性情報を筆者がトリミング

図4 開口部の属性設定の比較

4.3. 大きさ・寸法の照合

開口部の幅や高さ(3.6)の確認は検査時に実測を要するが、IFCビューワでは寸法を明示できなかったため、今回は予め窓オブジェクトに有効高さ等の値を属性項目に明示して、検査時にIFCビューワで文字情報を表示することにより現地照合に利用した。検査項目が個別のオブジェクト自体の大きさ・寸法の値であれば、4.2と同様に当該オブジェクトの属性設定を作り込むことで対応できる。しかし廊下の有効幅や室端部から階段までの歩行距離など複数のオブジェクトに渡る大きさ・寸法には対応できないため、現状では図面上の書き込みを参照する方法が合理的と考えられる。

5. 成果

本試行ではIFCファイルの3Dモデルや属性情報をIFCビューワで表示して、完了検査における現地照合に利用することができた。これにより当初の目標である、openBIM確認申請で実践した建築計画について、IFCファイルのみを用いた完了検査を行えることが実証できた。更にopenBIM確認申請及びopenBIM完了検査を開発し実践できたことにより、指定確認検査機関がIFCベースの環境を利用して、IFCビューワベースで、デジタルによる建築確認制度を執行できる可能性を示すことができた。

6. 課題

6.1. 検査項目の把握と標準化

「確認に要した(確認申請で提出した)IFCファイル」と現場とを照合することにより完了検査を行うためには、openBIM確認申請時に法適合を判定するために必要な情報を定義する必要がある。例えば「種類・品質(4.2)」及び「大きさ・寸法(4.3)」の現地照合を行うためには、予め各オブジェクトが確認審査に必要とされる属性を持つ必要があることがわかった。このためには、以下の整理が必要となる。

- (1)検査申請書第4面の工事監理の状況欄を更に細分化し、全ての検査項目を可視化した全検査項目リストを作成する。
- (2)各検査項目を、照合内容(位置、形状、種類、品質、大きさ、寸法等)によって分類し、検査時に参照する照合元(3Dモデルか属性情報あるいは図面)を決める。
- (3)照合元が属性情報になるものについては、照合内容に応じた属性設定を各オブジェクトに用意する。
- (4)(1)～(3)を踏まえて、IFCで標準的に実施するためのIDMの作成と、MVDによる情報へのアクセス方法を定義する。
- (5)このIDM/MVDに基づき、BIMオーサリングソフトとIFCビューワへの実装を行う。

6.2 検査用IFCビューワ

指定確認検査機関は限られた時間内で適正に完了検査を行う必要がある。検査用IFCビューワに実装が必要な機能について以下の知見を得たので報告する。

- (1)IFCファイルは検査時に参照しない多くの情報を含むため、検査に必要な情報がわかりにくい。法令上意味を持つ情報を過不足なく表示する機能が必要である。なお今回は検査に必要な属性情報を一覧できるように整理を行った(図4)が、建築確認申請手続きで必要となる情報を標準化し、IDM/MVDを整備し、IFCビューワに実装する必要がある(6.1)。
- (2)IFCビューワは仮想の建築物を3Dモデル表示するが、現地の建物と同じものを表示するだけでなく、検査対象部分をハイライト表示する機能があると、位置や形状の照合や隠蔽部の把握(図3)に効果的である。
- (3)法的要件となる寸法や設計者の意思表示は、建築計画毎に記載の要否が異なるため通常の確認申請においては臨機応変に図面上に補記する(4.3後段)。このような情報はIFCファイルだけでは対応できないため、現時点では確認申請図面をモデルに重ねて表示する等の方法でIFCファイルと設計図書との併用が必要と考えられる。IFCのみで行う際には、BCFファイルを利用した明示などの手法が考えられる。
- (4)(1)～(3)の機能を組み合わせる検査を行うためには、IFCビューワの画角やハイライトなど最適な表示設定を事前に用意しておく機能があると、検査を効率的に行える。

7. まとめ

本試行では既存の検査方法の枠組みの中で、紙や2D図面から構成される図面の情報をIFCファイルに置き換えて、3Dモデルや属性情報と現地を照合することで適正に検査を行うことができた。課題として、デジタル技術を活用した検査方法を構築するためには、まず設計図書による建築確認制度を丁寧に細分化し、検査項目や照合方法の全容を把握した上で確認申請時に属性設定の作り込みをする必要があることがわかった。また指定確認検査機関による実際の検査を行い検査用のIFCビューワに実装すべき機能を考察することができた。

謝辞

今回、指定確認検査機関としてopenBIM確認申請及びopenBIM完了検査の開発と実践に多大なご協力を頂いた日本ERI株式会社の皆様に深く感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 能勢浩三, 野口元, 荒川暁郎: openBIMをベースとした建築確認申請の開発・実線と考察, 第44回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, R55, p221-226, 2021.12
- 2) 武藤正樹: BIM確認申請の展開と課題, BRI-H30講演会テキスト, p91-102
- 3) 日本建築行政会議: 建築構造審査・検査要領-確認審査等に関する指針 運用解説編-2022年版, 2022.3
- 4) 日本建築行政会議: 建築構造審査・検査要領-実務編 検査マニュアル-2012年版, 2012.3