

BIM活用時におけるプロジェクト執行形態の検討

東京都市大学 学生会員 ○伊藤優太
 東京都市大学 学生会員 野澤優太
 東京都市大学 学生会員 吉田憶人
 東京都市大学 フェロー 皆川 勝

1. 背景

近年、産業力の指標の一つである労働生産性は、製造業等の生産性がほぼ一貫して上昇したのとは対照的に、建設業の生産性は大幅に低下した。また、国内だけでなく、海外に市場を広げていくことは非常に重要な課題であり、英国では2016年に公共工事はBIM (Building Information Modeling) が義務化される予定である。労働生産性の改善、海外での市場の確保などのメリットがあり、日本でも、①IT インフラの進化、②「透明性」が要求されてきた。③コストや工期、品質に関する普遍的な要請に対してのメリット、④フロントローディングを効果的にサポートできる。以上の理由により BIM が日本でも今後、急速に普及・発展していくことが予測される。

2. 目的

日本の社会的背景を踏まえた上で、今後、普及・発展していくと考えられる BIM を調査し考察を行う。本報告では、BIM のメリットである LCC (Life Cycle Cost) の削減、工事期間の短縮、各フェーズの連動性を考える上でプロジェクト執行形態の改革が BIM の活用に必要な不可欠であると考え調査・考察を行い、BIM 導入時におけるプロジェクト執行形態の検討を行う。

3. BIM とは¹⁾

BIM とは、3次元形状をデジタル化で表現できるだけでなく、対象の空間や構成部材等に、仕様・性能、コスト等の属性情報を持たせた建物情報モデルを構築することをいう。

表-1 BIM 活用時のメリット

- ① 情報の利活用による設計の可視化。
- ② 設計の最適化（整合性の確保）。
- ③ 施工の高度化（情報化施工）、判断の迅速化。
- ④ 維持管理の効率化、高度化。
- ⑤ 構造物情報の一元化、統合化。
- ⑥ 環境性能評価、構造解析等高度な技術解析の適用。

4. BIM 導入に対する現状の課題

表-2に、施工段階でのみのBIM使用、設計・施工分離発注(Design-to-Construction)の場合の、BIM 導入のメリットと課題を示す。いわゆる「施工 BIM」と呼ばれる施工フェーズの BIM 活用については、ゼネコンあるいは配下のサブコン等における使用に限定されるため、発注者やコンサルタントとの間の情報共有や制度的な課題が少ない。一方、設計と施工との間の BIM 活用については、設計時に仮想施工を実現することにより、施工中の設計変更によるリスクを大いに低減できるものの、契約等の制度的な課題が大きい。図-1に TAESUNG S&I社により提供されたBIM 使用時における仮想施工と実際の施工との比較を示す。左図は、設計時に作成された、工程計画と BIM コスト評価を含む 5D モデルである。

表-3に、この設計・施工間での BIM による情報共有の各組織におけるメリットと克服すべき課題を示す。設計・施工分離発注方式においては、責任の明確化という観点から、設計支援者であるコンサルタントと施工者の情報共有は難しい。一方、前述のように、設計段階での仮想施工によりそれを実現した場合には、施工中の設計変更のリスクは低減することができる。コンサルタントの設計品質が大幅に改善されることによりコンサルタントの存在感は更に高まる。このように win-win の結果を得るためには、発注者の主導による契約のあり方などの制度改革が不可欠である。

表-2 各段階での BIM のメリットと課題

	メリット	課題
施工	生産性の向上	施工中のBIM活用については、制度的な課題が少ない。
設計・施工	設計変更によるリスクの低減、生産性の向上	分離発注の場合は、データの共有が制限されているため、どのように契約するかが重要である。

キーワード Building Information Modeling, 三者執行形態, BOT 方式, CM/GC 方式

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学工学部都市工学科 TEL03-5707-2226

表-3 設計・施工間でのデータ共有のメリットと課題

組織	メリット	課題
発注者	生産性の改善	契約上の制度改革が必要である。
施工者	設計変更によるリスク低減	コンサルタントとの知識の共有が必要である。
コンサルタント	設計・維持管理情報の設計への反映	設計能力の向上が必要である。

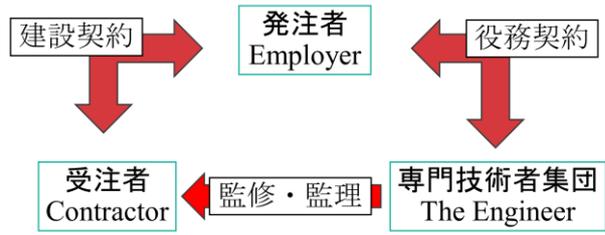


図-3 国際建設契約約款 FIDIC の理念³⁾



図-1 BIM 使用時における仮想施工と実施工との比較²⁾

5. プロジェクト執行形態の検討

施工段階でのみの BIM を使用する際の制度的な課題は少なく、設計・施工間での BIM を使用する際には情報共有の課題が多い。しかし、公共事業に求められている透明性の確保や BIM のメリットである LCC (Life Cycle Cost) の削減、工事期間の短縮、各フェーズの連動性を考える上で、プロジェクト執行形態の改革が今後の BIM の活用に必要な不可欠である。

現在の日本の契約形態は、建設工事標準請負契約約款において、発注者と施工者しか記載がなく、日本は二社構造執行形態である(図-2)。海外に目を向けると、国際建設市場では、国際建設契約約款 FIDIC より発注者、受注者、そして専門技術者集団(コンサルタント)が均衡した関係でプロジェクトを進める、“三者構造による執行形態”となっている(図-3)。

BIM を活用していく際に、透明性の確保を考える上で、設計施工一括方式のように二者間のやり取りでなく、設計・施工分離発注が良いと考える。その際に、国際基準の三者構造へ社会システムの改革を行うことにより、BIM の課題の一つであった情報の連動性に改善がおこなえる。業務形態として、Integrated Project Delivery (IPD) や CM 方式など海外で BIM により成果を収めようとしている業務形態についても積極的に施行をおこなえると考える。IPD とは、建築家エンジニア、請負業者、発注者等の利害関係者が計画の初期段階から協力し、最適な構造物を作成するといった共通の目的の基、最も有効な決定を共同で下すことを可能にする協業形態である。しかし、現状の建設業特有の背景を踏まえると、IPD や CM 方式で BIM を適用していくことは難しい。そこで、執行形態の改革をおこない、LCC の削減、工事期間の短縮、各フェーズの連動性を BIM で可能にすることで、建設産業全体の生産性の向上へと寄与すると考える。

6. BIM 適用時における契約形態の提案

現在での日本での執行形態では、各フェーズに関わる人間が異なる。さらに、設計からの一貫性がないため、維持管理に資金が多くかかっているのが現状である。それらを BIM により改善していくために、契約形態を提案し、より効果的な BIM の活用を目指す。

表-4 に FIDIC 契約約款より国際建設プロジェクトで適用される契約形態について示す。BIM 活用のメリットとして海外で仕事をしていく場合にも活用しやすい。そこで、FIDIC 契約約款から BOT 契約 (Build, Operate and Transfer Contract), EPC/ターンキー契約 (Engineering, Procurement and Construction/Turnkey Contract), 設計施工契約 (Design build Contract), 単価数量精算契約 (Re-measurement Contract) の 4 契

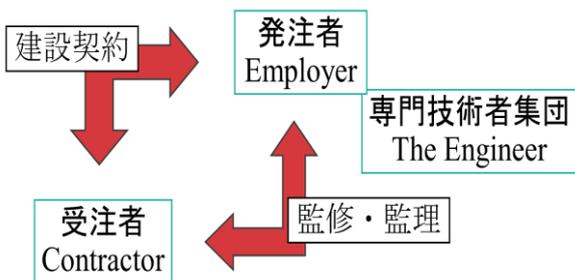


図-2 建設工事標準請負契約約款の理念³⁾

表-4 国際建設プロジェクトで適用される契約形態⁴⁾

契約形態	FIDIC約款名称	適用する建設プロジェクト
BOT契約 Build, Operate and Transfer Contract	Condition of Contract for Design, Build 通称: Gold Book	・設計・施工及び運営 (BOT) までを担う契約でありPFI、PPP、開発権プロジェクト等で適用される
EPC/ターンキー契約 Engineering, Procurement and Construction/Turnkey Contract	Conditions of Contract for EPC/ Turnkey project 通称: Silver Book	・大型建設プロジェクトでも適用 ・基本設計以降、詳細設計、機器調達、施工、運転指導までを受注者が行う ・ランプサム契約 (lump sum)
設計施工契約 Design build Contract	Conditions of Contract for Plant and Design build for Electrical & Mechanical Plant & for Building & Engineering Works Designed by the Contractor 通称: Yellow Book	・元来は機電やプラント工事に適用 ・大型建築や都市鉄道、高速道路等の土木プロジェクトへの適用増加 ・ランプサム契約 (lump sum) ・バランスの取れたリスク分散、ただし、設計、工事数量リスクは受注者負担
単価数量精算契約 Re-measurement Contract	Conditions of Contract for Construction for Building and Engineering Works designed by the Employer 通称: Red Book	・建設プロジェクト契約の基本形態 ・発注者が設計し受注者は施工のみ行う設計・施工分離型 (Design-Bid-Build) ・単価契約方式 ・バランスの取れたリスク分散

約方式に加え、日本国内での BIM 運用の際の執行形態の提案として、CM/GC 方式 (Construction Manager / General Contractor), ECI 方式 (Early Contractor Involvement) を BIM の活用に活かさないかを検討する。

表-4 に記載の契約形態は情報の接続という面に関しては、上に記載の形態ほど情報が関わる関係者間で情報接続がしやすいので BIM のメリットを活かして扱いやすいが、逆に透明性を考えると下に記載の契約ほど、関係者が数段階で関わるので透明性は高いと考えられる。よって、上に記載の契約形態ほど BIM のメ

リットを活かして扱いやすいが、透明性を確保するために発注者の関与がより重要になると考える。BOT 契約や EPC/ターンキー契約は、BIM の適用に最適だが、限定的な条件での適用形態もあり、ほぼすべての事業に適用可能な形態ではないため、BIM 適用時における契約形態を他にも検討しなくてはならない。そこで、BIM 適用時の執行形態として提案するための調査、検討として、表-5 に BOT 方式、表-6 に CM/GC 方式、表-7 に ECI 方式の各機関のメリット、デメリット、導入方法の検討を示す。

表-5 BOT 方式導入の検討

BOT方式	発注者	コンサルタント	ゼネコン
メリット	財務負担なく、各事業を運営することが可能	自らの創意工夫をもって、利用料金収入を伴う公共施設の運営を行うことが可能	
デメリット	プロジェクトマネージャーの人選に時間がかかる	民間主導であり、建設企業の総合力が必要	
導入方法の検討	新規事業の際、設計から施工、運営、維持管理まで考える場合にはBOT方式を用いて一貫して運営を行う際にBIMの活用は大きな意義がある 海外に向けて、インフラ設備の輸出の際に有効		

表-6 CM/GC 方式導入の検討

CM/GC方式	発注者	コンサルタント	ゼネコン
メリット	施工方法や設計に対して発注者の意見を反映させやすい 予算が早期に把握可能	CM/GCの施工専門知識を設計に反映させることができる	技術提供を行うことで、施工者が施工に取り掛かりやすくなる
デメリット	契約が複数回ある可能性 発注者の関与が重要	積算のための設計という位置付けからの脱却	高度の積算能力を必要とする
導入方法の検討	従来の建設請負契約に似ており、三者間の協議がスムーズに行いやすい 施工者が設計段階に加わることでフロントローディングをサポートしやすくBIM導入の際に活用しやすい契約形態		

表-7 ECI 方式導入の検討

ECI方式	発注者	コンサルタント	ゼネコン
メリット	事業形成初期段階に建設業者ノウハウ活用 事業期間短縮 設計変更減少 入札コスト軽減	設計変更減少 事業形成初期段階に建設業者ノウハウ活用	事業期間短縮（計画段階で施工準備）
デメリット	発注者の意見を反映させづらい	施工者の施工しやすさが重視され、特徴ある設計デザインが生まれない可能性がある	施工者を選定する際にコスト圧縮の技術提案を行うプロセスがあり、コスト圧縮の可能性がある
導入方法の検討	・透明性の確保が非常に大きなテーマになる ・もしくは、国家プロジェクト相当の際に大手にのみ任せられる場合を使用する		

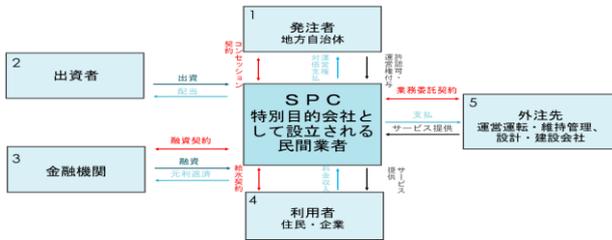


図-4 コンセッションの事業スキーム⁵⁾

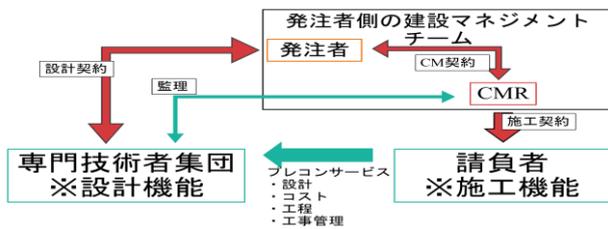


図-5 CM/GC方式



図-6 ECI方式⁶⁾

7. おわりに

(1) PFI事業

PFI事業としてBOT方式により、設計から維持管理まで一貫して事業を行うことでBIMを最大限に活かせる。また、国際事業にも活かすことが可能であり、日本の建設産業の弱みでもある国際化に向け有効。しかし、事業展開が行える幅が狭いのがデメリットなので今後、さらに検討していく必要がある。

(2) CM/GC方式

従来の建設請負契約に似ており、導入をスムーズに行うことが可能な点がメリット。設計者が設計能力の向上を図ることでBIMが最大限に活かされる。また、執行形態内で三者構造の構築が可能。将来、国際基準

の三者構造への制度改革へ寄与する可能性もあり、今後進めていくべき執行形態と考える。

(3) ECI方式

計画の初期段階から施工者が関与することで、設計技術の向上・事業の期間短縮が図れる。施工者を選定する際にコスト圧縮の技術提案を行うプロセスがあり、コスト圧縮の可能性がデメリットとしてある。事業全体で透明性を確保する必要があり、発注者が強く関わっていく必要がある。

これらのメリット、デメリットを踏まえ、BIM運用の際の執行形態の提案として、BIMを最大限に活用できると考えられる、PFI事業とCM/GC方式の推進をおこなう。また、制度や執行形態をバラバラで考えずに1つの社会システムとして考え、根底からの改革が今後の建設産業には必要不可欠であると考えられる。

8. 参考文献

- 1) 外崎康弘：営繕部におけるBIMの試行について-設計段階における成果と課題-, pp1, 営繕部 整備課。
- 2) TAESUNG S&I社提供
- 3) 総合研究開発機構：プロジェクト執行形態による検討, <http://www.nira.or.jp/index.html>, 閲覧日 2015.12.4
- 4) 谷口敦：設計施工一括発注方式の運用の改善に関する考察, 2015.3, pp24, 高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻 修士課程,
- 5) 株式会社ジャパンウォーター：コンセッション/公共施設等運営権制度とは（定義・運営スキーム）, http://www.japanwater.co.jp/concession/basic/basic_3, 閲覧日 2015.12.4
- 6) 建設技術研究所：PPP・PFIにおける新たな事業分野・事業方針への展開, 2014.4, pp2, 都市部 PFI・PPP 室