

躯体図考 — 躯体図から BIM へ —

Concrete Body Plan to BIM

古阪 秀三

— 1. はじめに

筆者らはここ 10 年あまり、日本学術振興会 (JSPS) の科学研究費助成を受けて「建設プロジェクトの発注・契約方式と品質確保のしくみに関する国際比較」の研究課題に取り組んできた。日本、中国、韓国、台湾、シンガポール (以後、星国と略す。)、UAE、英国、米国を対象に発注・契約方式と品質確保のしくみに関してさまざまな調査を行った。

筆者らの科学研究の調査¹によれば、日本のゼネコンは、国内はもとより海外でも平面詳細図、コンクリート躯体図等を描くことがわかっている。それがなぜなのか、ここではコンクリート躯体図を例に考えてみる。

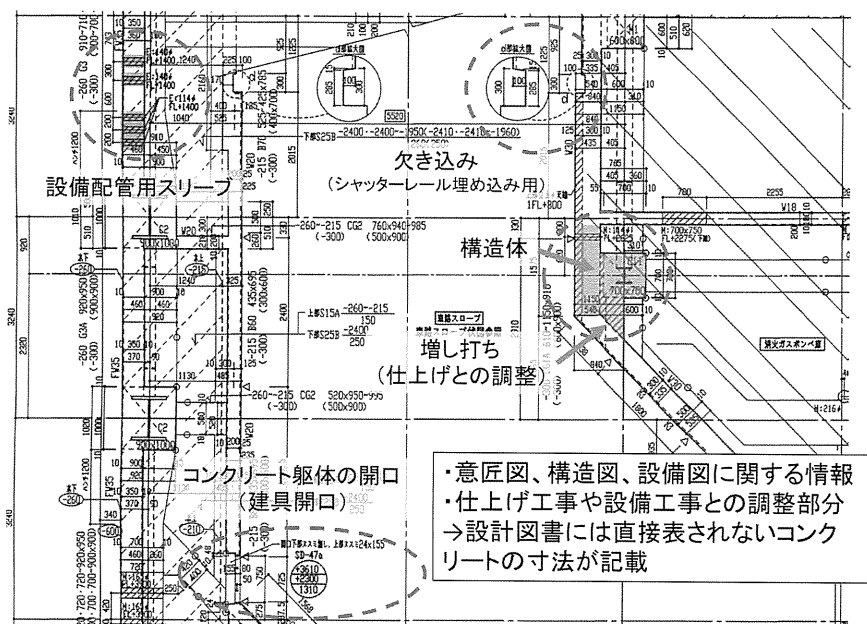
1 古阪：建築コストをめぐる話題 (12) ～建設業の海外進出における品質とコスト～、建築コスト研究、建築コスト管理システム研究所、No.83, pp.68-72, 2013.10.1

— 2. 日本でのゼネコンによるコンクリート躯体図の扱い方

日本においてコンクリート躯体図を含む施工段階における図面の作成、さらにはその作成主体や種類・内容について、法律で明確には規定されておらず、建築工事ごとの契約 (実際には慣例) に基づいていると解される。そのため、法律で定められる建築物の規制や性能、設計図書の内容を逸脱しない範囲であれば、設計段階で決めることができない部分を施工段階に委ねることが可能となる。そのことによって、各主体に不足する能力・情報を相互に補完しあい、協調的に生産情報を確定してきたと考えられる。では、コンクリート躯体図をゼネコンはどのように扱っているのだろうか。

筆者らの調査²によれば、コンクリート躯体図に記載される情報は設計図書に含まれる複数の図面の内容が反映されるため、意匠図、構造図、設備図の整合性が取られていることが前提となる (図 1)。

2 田村、藤井、片田、古阪：建築工事において施工段階に作成される図面の役割～日本の建築生産プロセスに着目して～、第 31 回建築生産シンポジウム (東京) 論文集、2015.7



しかし、実際には設計チーム内での情報伝達不足などから設計図書に不整合が生じている場合がある。そのような背景から、ゼネコンはコンクリート躯体図の作成を通じて、まず、柱の位置や床スラブのレベルなど、意匠図、構造図、設備図それぞれで示される情報の整合性を確認し、関連する工事に不整合が生じないコンクリートの寸法を確定させているのである。また、コンクリート躯体図は専門工事業者との調整を行うための図面でもあり、ゼネコンと専門工事業者とのやり取りによって正確なコンクリートの寸法が決定され、監理者／設計者の承認を得ている。その他、コンクリート躯体図に示される仮設開口など施工上必要な情報についても、ゼネコンから提示される情報であり、施工性を検討した結果、設計仕様の変更が必要になる場合には、コンクリート躯体図をもとに監理者／設計者の承認を得ている。

端的には、コンクリート躯体図は、ゼネコンが設計図書の完成度・相互の整合性を確認し不足を補うこと、多数の職種に分かれて行われる専門工事の担当者に的確な情報を提供し手戻りのない工事の進捗に資するために、工事を一括して受注するゼネコンが描いていると解される。したがって、川上側の設計図書の完成度・相互の整合性と川下側の専門工事業者の能力に依存してコンクリート躯体図作成の負担・情報の密度も変化する。

3. 星国におけるコンクリート躯体図の扱い方³

星国においても日本のゼネコンはコンクリート躯体図を描き、地元のゼネコンは描かないという。その実態を紹介する。

(1) 設計者（星国）とゼネコン（日本）の場合

星国で実施され、星国設計者、日系ゼネコンが関与するプロジェクトの情報伝達の流れを図2に示す。設計内容の確定度が低い状態の設計図書（一般に星国の設計者の図面の完成度は低く、且つ意匠、構造、設備の整合は不充分である）をゼネコンが受け取り、日本でのやり方と同様に躯体図等を作成し、専門工事業者がそれに基づいて施工する。しかし星国では躯体工事は一業者に発注されることが多く、また「専門工事業者は構造図を使う方が簡単」といい、星国の専門工事業者は躯体図を使うことに慣れていない場合が多い。このことから日系ゼネコンが躯体図を描く動機は、日本での場合とは異なり①設計内容の確定度が低いこと、②日系ゼネコンは躯体図がないと主に品質、工事管理の面で不安であることに起因すると思われる。

(2) 設計者（米国）とゼネコン（日本）の場合

星国で実施され、米国設計者、日系ゼネコンが関与するプロジェクトの情報伝達の流れを図3に示す。基本的には調整済みの設計図書を専門工事業者へ渡し、専門工事業者が製作図を作成、施工する。ゼネコンは図面を作成しないこのやり方は、設計内容の確定が設計者の責任である英米のやり方と同様であると思われる。

図3のプロジェクトでは、躯体工事の専門工事業者の技術力が不足しているため、ゼネコンが躯体図等を作成するという役割分担が行われた。

(3) 星国での設計者（星国）とゼネコン（星日JV）

星国で実施され、星国設計者、星国ゼネコンと日系ゼネコンが関与するプロジェクトの情報伝達の流れを図4に示す。星国ゼネコンが主担当のため、ゼネコンとして躯体図等は描かないが、図4のプロジェクトでは日系ゼネコンがアルミ製型枠製作図をチェックして躯体図化した。しかし、その躯体図が機能せず、専門工事業者は設計図書に基づき各自で製作図を作成、施工した。

3 片田、藤井、古阪：建築生産プロセスにおける躯体図の役割～シンガポールでの建築プロジェクトを対象に～、第30回建築生産シンポジウム（東京）論文集、pp.77-84、2014.7

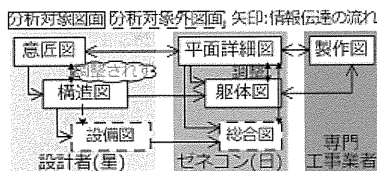


図2 星国での設計者（星国）とゼネコン（日本）



図3 星国での設計者（米国）とゼネコン（日本）



図4 星国での設計者（星国）とゼネコン（星日JV）

ゼネコンが図面を作成しない点では英米でのやり方と似ており、旧宗主国である英国の影響も考えられる。一方で設計内容は会議等を通して若干の調整が行われるが、英米ほどの確定度ではない。内容の確定度が低い状態の設計図書を専門工事業者へ渡し、専門工事業者は製作図を作成、施工するというやり方であり、必要に応じて専門工事業者が手直しを行うことで不足分を補う形をとる。図2と設計内容の確定度が低い点で共通しているが、その対応方法は異なっている。

星国におけるコンクリート躯体図等の実態調査⁴、ならびに UAE、英国、米国等での同

4. Drawing X・躯体図考

様の実態調査⁴などからいえることは、日本以外の国では基本的にゼネコンが設計図書ならびにそれを受けた施工図に関与することはないということである。図5は設計図書、施工図等各種図面の作成者の役割分担関係を示したものである。上述の通り、設計者が設計図書（意匠、構造、設備の各設計）を描き、専門工事業者が施工図を描くことを示しており、破線で囲った Drawing X とあるところが何を意味し、誰が描くのかを模式的に示したものである。すでに明らかなように、この Drawing X は設計図書と施工図に描かれた内容の完成度と相互の整合性の確認・多寡によって描かれるもので、具体的には平面詳細図、断面詳細図、コンクリート躯体図等が含まれるが、日本以外は原則として描かないとされるものである。設計図書の完成度・相互の整合性が高いものは Drawing X が設計図書に描きこまれていることを意味し、逆に、設計図書の完成度・相互の整合性が低いものは専門工事業者側の負担となっていることが予想される。図5を星国や中東にあてはめると、星国や中東で活躍する設計者が AIA や RIBA の建築家であれば、その責任において設計図書の完成度と相互の整合性を図るべく努めなければならないが、ゼネコンが Drawing X を描くことを止める。この場合、日本のゼネコンとして例外ではない。また、設計図書の完成度と相互の整合性をさほど強く規定していない場合は、日本の GC は Drawing X を描き、その他の国を出自とするゼネコンは描かず、その完成度と相互の整合性が不十分なまま、専門工事業者側へと図面情報が流れ、その専門工事業者の能力の範囲において施工図が描かれ、工事へと進んでいくのである。いずれにせよ、当該国の建築家/建築士制度に依存していることはいうまでもない。

このように、日本のゼネコンは設計図書の完成度と相互の整合性のいかにかわらなく、日本国内で培ってきた手順であるコンクリート躯体図等を描く作法から脱しきれないのである。日本のゼネコンの所長曰く、「品質の安定した建物をつくるにはこれぐらいの人間と図面班を配置して整合性を確保し、専門工事業者への情報を提供しなければ不安である」。これが日本の建築プロジェクトのやり方、すなわちものづくりの原点であり、それは日本国内外の区別がなく、投入できる現場経費の制約を気にしながらも最善を尽くすという日本人気質を彷彿とさせるものがある。しかし、このことは、世界の多くの国でなじまないやり方、評価されないやり方にすぎないと目される。

5. Drawing X と BIM

製品設計の世界で2つの型、すなわち、インテグラル・アーキテクチャ製品の設計とモジュラー・アーキテクチャ製品の設計がある（図6、注）^{5,6}。図6の2つの製品アーキテ

4 古阪：特集1 中東の建設事情に関する調査～中東で考える日本のものづくり～、建築コスト研究，建築コスト管理システム研究所，No.90，pp.35-44，2015.7.1

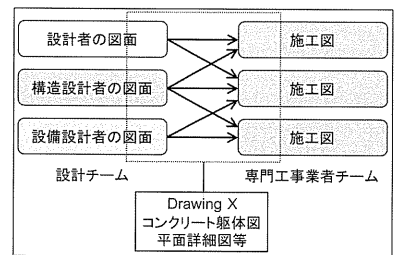


図5 各種図面の設計者、ゼネコン、専門工事業者間の役割分担

(注) 安藤は、文献5)を引いて、インテグラル・アーキテクチャとモジュラー・アーキテクチャを文献6)の中で以下のように説明している。『インテグラル・アーキテクチャとは、機能要素（異なる性能）が相互に関連し、構造要素も複雑に取り合い、さらに機能要素と構造要素が複雑に対応しているものをいう。これに対して、モジュラー・アーキテクチャとは、機能、構造それぞれの分節が簡潔なツリー状の構成を持ち、さらに機能要素と構造要素とが1対1の単純な対応関係にあるものを指す。』

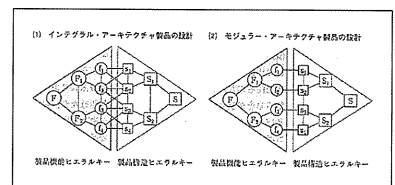


図6 インテグラル・アーキテクチャ製品の設計とモジュラー・アーキテクチャ製品の設計

5 藤本，武石，青島編：『ビジネス・アーキテクチャ：製品・組織・プロセスの戦略的設計』，有斐閣，2001

6 藤本，野城，安藤，吉田：『建築ものづくり論』，pp74～75，有斐閣，2015.7.10

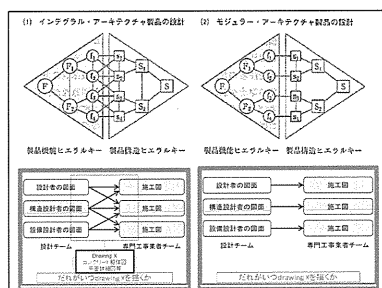


図7 図5および図6の合成

クチャの概念を援用して、Drawing X・躯体図考の図5を重ね合わせると、図7をつくることができる。図7の左図はDrawing Xがあり、ゼネコンがコンクリート躯体図等を描いているものである。右図はDrawing Xがなく、つまりは、図面に関してゼネコンが介在することなく、意匠、構造、設備の設計者とその者が描いた図面を基に生産・施工する専門工事業者が個々に対応しているものである。

この図が何を意味しているか。まだ、仮説的なことではあるが、将来のBIM (Building Information Modeling) への移行を考えたとき、日本の建築生産のしくみのどの部分を維持し、またどの部分を革新すべきかを暗示しているように思える。その要点をいくつか摘記する。

1. BIMは国際的に開発・利用が活発化している。
2. その世界標準はモジュラー型の建築生産システムになじむBIMである。
3. Drawing Xをゼネコンが描き、設計チームと専門工事業者チームの間で図面の調整をし、また設計チーム内の意匠、構造、設備の設計者間の調整を総合図作成として担当する日本の体制は、明らかにインテグラル型の建築生産システムである。
4. したがって、日本で進んでいるBIMは基本的に各社独自の取り組みによるもので、いわばスタンドアローンであり、インテグラル型のBIMである。
5. スーパーゼネコンの例を挙げれば、各社の年間工事高が1兆円～2兆円という規模であり、星国の建設投資総額が2兆円～3兆円であることに照らして考えると、各社ともにスタンドアローンで十分に成り立つ市場を有しており、星国が国を挙げてBIMに取り組んでいることとは好対照である。
6. しかし、モジュラー型のBIMが目指すのは、情報の共通化であり、製品・部材の標準化であり、流通システムの合理化である。BIMに関してサプライチェーンマネジメントが強調されるのはそのためである。
7. したがって、星国のような市場規模が小さな国、市場規模が大きくとも国際化が進んでいる国では、国を挙げてのBIM、あるいは国際市場をにらんでのBIMであり、このことがモジュラー型のBIMが有する特質と一致しているように思える。
8. 一方で、国内市場が大きく、また、スタンドアローンのBIMが独自開発できるスーパーゼネコンが存在し、かつ国際化が進んでいない国では、国際的BIM化の流れに乗ることができるのか疑問である。
9. もちろん、日本の強みを生かし、“高品質な建築生産システムの成果物”を世界に発信する戦略も必要であり、伸ばすべきことであるが、そのためにはスタンドアローンのBIMではなく、インテグラル型のBIMでありながらも、“国を挙げてのBIM”、あるいは“国際市場をにらんでのBIM”を伸ばしていくことが喫緊の課題であろう。

— 6. おわりに

コンクリート躯体図を誰が書くのかの議論からBIMの世界にまで、少し乱暴な仮説を書かせていただいた。拙稿で最も言いたかったことは、日本の建築生産のしくみのどの部分を維持し、またどの部分を革新すべきか、その決断の時期であるということである。