

## 論文の内容の要旨

論文題目      ビルディングスキンにおける  
                         エンジニアリングのあり方に関する研究

氏 名      井上 朝雄

### 研究の背景と目的

建築を考える上で、外壁の重要性は建物の印象を規定するだけでなく、内部環境をも決定づけるという意味でますます大きくなってきている。単純に外と内とを遮断するものとして発展してきた従来の外壁に対して、近年要請されつつある新しい外壁は内外を遮断しつつも空気や光に関しては外と内の間の適度なやりとりを可能にするものだといえる。この相反する2つの機能を同時に満たす高度な制御機構を有する新しい外壁こそ、これからの持続可能な建築の鍵を握ることは明らかだが、残念ながら一部の先進事例を除いてはその方向性が示されているとはいえない。そのため、今後、そのような新しい外壁を可能とする工学的手法、設計手法、および、それらに対応できるエンジニアリング組織にも大きな変化が予想される。内外の先行事例を通じて、それらの変容過程はある程度察知することはできるものの、よりの確に把握する必要があるといえる。

本研究は、それらを見極め比較検討することによって、次代の外壁に対するエンジニアリングの方向性、つまり、それらを実現する工学的手法、組織のあり方を提案することを目的とする。

また、この研究の目的は、以下の二次目的に展開される。

- ① 外壁における部位概念とエンジニアリングの変化によるビルディングスキンという新たな部位概念の提唱
- ② 先進事例の事例分析に基づくエンジニアリングの明確化
- ③ ビルディングスキンにおけるエンジニアリングのあり方の提案
- ④ ビルディングスキン普及に向けての提言

## ガラス建材の開発と建築への適用

日本のガラス業界は、常に海外の影響を強く受けており、この 20 年間で、1980 年代はアメリカ、1990 年代はヨーロッパからとその対象を移していった。その際にヨーロッパから持ち込まれた、「当光不透視」、「透明建築」というキーワードとともに、光は通すが視線を通さないガラスブロック、ガラスの存在感をなくすことを意図して使われることの多い高透過ガラス、支持部材の存在感をなくすことを意図して使われることの多い強化ガラスが、ガラス建材としてよく使われるようになってきている。これらのガラス建材はビルディングスキンに欠くことのできないものであり、ビルディングスキンの発展を促したガラス建材として位置付けることもできる。これらのガラス建材の素材としての開発経緯、建築への適用について、以下の特徴を明らかにした。

- ① ガラスブロックは、ガラスレンガを 2 つ合わせることによってガラスの欠点とされていた断熱性、遮音性等の性能を向上させた建材である。その性能の高さは現在隆盛を極めるガラス建築の環境配慮とという方向性を早くから示唆していたと言える。また、鉄やコンクリートとの相性の良さから、近代以降、さまざまな建築家にその時代を特徴づけるガラス建築で使われてきており、ビルディングスキンにとって欠くことのできないガラス建材といえる。
- ② 強化ガラスは、ガラス自体で荷重を負担することができ、それにより、さまざまな構造的使用方法が試みられ、ビルディングスキンの登場を促す新たなガラス支持方法が開発されてきた。
- ③ 高透過ガラスは、それまで見過ごされてきたガラスの持つわずかな色についても設計者に認識させることとなった。また、その透明感はガラス建築隆盛のシンボリックな建物に使用されたことにより実証され、セラミックプリントの登場とともに世界的に広まっていった。

## ビルディングスキンという部位概念

部位概念の構成要素と部位概念の変化を及ぼす要因を明らかにすることによって、部位概念とエンジニアリングの関係が明らかになった。

- ① 部位概念の構成要素として、機能、性能、材料、構法、生産の 5 つを挙げられ、部位概念の変化には、促進要因としてこれらの 5 つの構成要素が密接に関係している。
- ② 部位概念とエンジニアリングの対象は一致しており、そのことが効率の良いエンジニアリングを可能にしてきたが、部位をまたがるようなエンジニアリングが要求されたときには、サブシステムの集積に慣れた設計者では対処が難しくなる。
- ③ 現在の外壁は、機能、材料、構法が変容しているので、その部位概念も変容しつつある。また、それに伴い、エンジニアリングも変容している。

そのため、外壁という部位はちょうど部位概念の変容を促されている時期にあると言える。もちろん、従来の外壁という部位概念で捉えることも可能ではある。可能ではあるが、部位概念も変容しつつあり、それに伴いエンジニアリングも変容している現状を考慮すると、これらの部位は新しい部位概念で把握した方が効率よくエンジニアリングが可能である。そこで、ビルディングスキンという、新たな部位概念を提案する。

## 先進事例におけるエンジニアリング

ビルディングスキンを有する事例はすでにいくつか建設されており、これからの持続可能な建築のあるべき姿を示している。それらの先進事例の分析を通して、ビルディングスキンにおけるエンジニアリングの実体が明らかになった。

- ① エンジニアリングを担う組織としては、内部に意匠設計者、構造設計者、設備設計者、技術研究所、施工部門を有するゼネコンにおいては、その総合力を駆使してエンジニアリングを行うことによりビルディングスキンを実現することができる。
- ② 社内に適切な人材がない場合でも、社外の優秀な人材とチームを編成することにより、ビルディングスキンを実現することができる。
- ③ ビルディングスキンのエンジニアリングでは、いくつもの専門領域にまたがった発想や見方重要になるので、エンジニアリングを担う個人のスキルとしては、複数の領域を専門とするエンジニアやそれらを統合することのできる設計者がビルディングスキンを実現することができる。

## エンジニアリングのあり方

ビルディングスキンにおけるエンジニアリングにおいては、設計の初期段階から、コンピュータを用いた温熱環境解析、気流解析、光環境解析といったシミュレーションを用いた設計案の検討が行われるようになってきており、より早い段階からの協力が重要になってきている。

そのため、設計のチーム作りが特に重要であるが、優秀なエンジニアはゼネコンの技術研究所やサブコンに所属していることが多く、その所属の性格上、そのチームに参加するのが難しい場合が多い。しかし、今後の可能性としていくつかの方向性が見えており、それを以下にまとめる。

- ① ゼネコンの総合力を活かした設計・施工一貫によるエンジニアリング
- ② 構造・設備・ビルディングスキンも担うことのできる総合エンジニアリング事務所によるエンジニアリング
- ③ サブコンの中には、空調設備やサッシの製作や取付まで行うことのできるものも出てきており、そのような総合力を活かしたエンジニアリングを行っている。これはビルディングスキンが1つのサブシステムとして成立しつつあることを示していると言える。また、このようなサブコンが次々と登場してくれば、ゼネコンの総合力を活かした設計・施工一貫によるエンジニアリングとは異なった、日本独自のエンジニアリング形態が形成されるだろう。

## ビルディングスキン普及に向けての提言

- ① ビルディングスキンの設計に対しては、その対価を正當に支払う必要がある。設計の初期段階から関わっているサブコンの場合で、設計に参加した報酬を工事費と一括にしている場合だと、施工が他のサブコンになった場合に設計の対する報酬が受け取れなくなる。たとえサブコンといえども、設計料に対して契約をきちんと締結すべきである。
- ② 正當な報酬が、ビルディングスキンが1つの業として成り立つ道筋を開いてくれるし、その報酬により人材も教育され、発展していくこととなる。

- ③ これまでの日本の技術力や、現代建築の発展に携わってきた人たちの能力を持ってすれば、ビルディングスキンは可能である。それには、場合に応じて、適切なチーム編成を組む必要があり、個人の所属が足枷にならないような組織が必要であり、施工部門から独立したエンジニアリング事務所が望ましい。
- ④ サブコンの中には、空調設備やサッシの製作や取付まで行うことのできるものも出てきており、そのような総合力を活かしたエンジニアリングを行っている。これはビルディングスキンが1つのサブシステムとして成立しつつあることを示していると言える。また、このようなサブコンが次々と登場してくれば、ゼネコンの総合力を活かした設計・施工一貫によるエンジニアリングとは異なった、日本独自のエンジニアリング形態が形成されるだろう。