

第56回構造工学シンポジウム

The 56th Symposium of Structural Engineering

●特別講演会

「構造設計のあるべき姿」

和田 章（東京工業大学教授／日本学術会議土木工学・建築学委員会幹事）

司 会：山田 聖志（豊橋技術科学大学教授／

日本建築学会構造工学論文集編集小委員会主査）

●建築・土木合同パネルディスカッション

「構造技術者が目指したい設計と、法令や設計基準が求める設計」

司 会：吹田啓一郎（京都大学）・松本泰尚（埼玉大学）

主旨説明：飛田 潤（名古屋大学）

パネリスト：西山 功（国土技術政策総合研究所）

石橋 忠良（東日本旅客鉄道）

佐藤 尚次（中央大学）

金田 勝徳（構造計画プラスワン）

2010年4月24日（土）

於：東京工業大学大岡山キャンパス西9号館

日本学術会議 土木工学・建築学委員会

日本建築学会

土木学会

構造設計のあるべき姿

和田 章

東京工業大学教授

我々の日々の生活は、言うまでもなく大きな自然に支えられているが、人々は多くの人工物に囲まれて生きているともいえる。小さなものでは筆記用具、食器、電化製品、電子機器、車、大きなものではダム、橋梁、鉄道網、電力システム、通信システム、上下水道、高層建築、多くの建築物、これらの中には旅客機、タンカーなど列挙すればきりが無い。

すべての人工物は人々の生活に何らかのかたちで役立っているが、これらに期待される機能はほとんどの場合、製造され人々の手に渡ったときに発揮される。その機能が要求通りに発揮されなければ売れなくなることで、不良品が社会から排除される仕組みがある。人工物に要求される基本的な機能・性能として、構造的に破損しないことがある。工場で大量に生産される製品の場合は利用者も無数に存在するから、構造的な強さに関する反応はすぐに顕れ、設計上・制作上に問題があれば、すぐにフィードバックされ改良される。これは航空機やタンカーのように大きな構造物の場合でも同様であり、設計で考えていた過酷な荷重は就航後すぐに作用するから、その不具合は設計・製造にフィードバックされやすい。さらに、大量生産される製品の場合は、市場にだす前に、試作品を作って確認することもできる。

小さな製品では、構造的に壊れても人の怪我や人命に、ほとんどの場合、影響がない。もうひとつ、ガリレオ・ガリレイが「新科学対話」で書いているように、同じ材料かつ同じプロポーションで作られた構造物は、同じ重力加速度下に置かれた場合、その大きさに逆比例して弱くなる原理がある。たとえば長方形断面の細長い単純梁の場合、幅も成もスパンも2倍にした場合、中央断面に生じる曲げモーメントは16倍になるが、断面係数は8倍にしかならない。重力加速度下に置かれた2倍大きい構造物の強さは1/2になる。このとき、材料を改良して同じ比重で強度が2倍にできれば、各辺の長さが2倍で同じプロポーションの構造物を、同じ安全性を持たせて作ることができる。大きなつり橋、超高層建築の建設に強い材料が必須なのはこのためである。

構造物が大きくなるほど自重に対して弱くなることから類推できるように、構造物は小さいほど自重に対して強くなる。各辺の長さが1/10の梁は、元の梁の10倍の強さになる。人の大きさ、さらに人の手足程の大きさになると、人工物は自重だけでなく、相当乱暴な扱いにも壊れにくくなるのが分かる。

一般的な工業製品は大量に作られ、設計の過程で考えていた使用条件にすぐに曝されるから、壊れるものは壊れてしまい、人々の近くから無くなってしまってもいえる。これらに比べ、土木構造物や建築物は一品生産であり、建設地に固定されて作られ、数十年から数百年にわたって使われるから、構造的な設計・施工の欠陥が顕在化しにくく、次に建設する土木構造物や建築物の設計・施工にフィードバックされにくい。よく分かっていない技術者が設計した構造物が社会から自動的に排除される仕組みも働きにくい。長い年月にわたって使われるから、進んだ学問や技術に取り残された構造物がそのままに使われる可能性も高い。ただ、土木構造物や建築物はほかの人工物に比べて規模が大きいから、基本的に重力による荷重に対して支障なく使えることが基本であり、重力による荷重は竣工後から常時作用していて、問題は顕在化しやすいこともある。これについては構造設計者も施工者も真剣であり、間違いは許されない。この意味では、一般の

人工物と同様の条件にあるといえる。

最も難儀なのは数百年に一度、場合によっては数千年に一度のような大地震、巨大台風に対する設計と施工である。作ろうとしている構造物の寿命は平均数十年、長くても百年程度であり、考えている外力のリターンピリオッドに比べて非常に短い。結果として、ほとんどの構造物は大地震にも巨大台風にも遭遇せず、時代に合わなくなったなどの別の理由で人の力によって壊される。規模が大きいから初期の建設費も多額であり、土木構造物や建築物の耐震性、耐風性のレベル、許容される被害のレベルの設定は難しい。難しさは依然としてあるが、これらの構造物を舞台に活動し、中に暮らす人々の人命を守ることは絶対条件である。

野原の一軒家ならこれで十分ともいえる。21世紀に入り、一つの国の中だけでなく世界の国々はネットワークで繋がれ、全体として生きている。大きな都市には無数の建築物があり、道路や鉄道でこれらは繋がっている。倒壊防止の次に、これらの持つべき性能は、修復によって続けて使えて財産価値を失わないこと、さらに可能であれば、ほとんど修復なしに続けて使えることである。一つの構造物は取り壊されるまでに一度も大きな災害に合わないかもしれない。しかし、これらの集合で作られるまちや都市は数百年、数千年の命をもっていて、大地震・巨大台風のリターンピリオッドより長い。我々は、一つずつの構造物を作っているが、都市や国の数千年の命も考えなければならない。

人は一人では生きていけない。それぞれ社会に出て色々な役割を担う。望むなら、一人ひとりにとって「その仕事がとても得意である、その仕事をしていて楽しい、そしてその仕事が社会の人々に感謝されている」の三拍子が揃っていると人々は幸せである。我々は、土木構造物・建築物の構造設計の仕事を選んだ。もちろん数学や物理が得意で、適度な絵心があり、ものづくりが大好きで、少々の苦労は惜しまない、作ったものが人々に喜ばれると無性に嬉しい、まわりを見ているとこんな人ばかりである。ただ、我々の仕事が社会に理解されているか、いまこの仕事をしている一人ひとりに仕事の重要さの自覚はあるか、この仕事はこれからの若者にとって魅力的といえるかなど、反省すべきこと悩みも絶えない。

平成19年6月に日本建築学会長に就任した斎藤公男のもと、「建築学からみたあるべき構造設計特別調査委員会」が設けられ、以下の委員により活発な議論が進められ、平成22年5月に日本建築学会の提言として「構造設計—そのあるべき姿」を発表することになった。同年8月には同名の書籍を発行する。

●建築学からみたあるべき構造設計特別調査委員会 委員

委員長	和田 章 (東京工業大学)	
委員	新谷 真人 (早稲田大学、オーク構造設計)	小田島暢之 (竹中工務店)
〃	金田 勝徳 (芝浦工業大学、構造計画プラス・ワン)	金箱 温春 (東京工業大学、金箱構造設計事務所)
〃	城戸 隆宏 (山下設計)	倉持 勝己 (三上建築事務所)
〃	小堀 徹 (日建設計)	斎藤 公男 (日本大学名誉教授)
〃	佐藤 淳 (東京大学、佐藤淳構造設計事務所)	篠崎 洋三 (大成建設)
〃	高木 次郎 (首都大学東京)	高山 峯夫 (福岡大学)
〃	久田 基治 (構造設計工房デルタ)	広田 直行 (日本大学)
〃	細川 慎也 (久米設計)	細澤 治 (大成建設)
〃	宮里 直也 (日本大学)	最上 公彦 (竹中工務店)
〃	吉江 慶祐 (日建設計)	