

## 第 6 章 今後に向けて

21 世紀鋼構造フォーラムの主査、副主査の他、各 WG 主査の方から、フォーラム活動を通して感じたこと、考えたこと、また、常々21 世紀の鋼構造のあり方について考えていること、今後に向けて、若い建築家、研究者、実務家などに期待することなどを投稿していただきました。

### 6.1 今後に向けて

本建築研究資料に詳細に記述されているように、「21 世紀鋼構造フォーラム」は、2001 年 6 月に発足してから 6 年半にわたり、これからの鋼構造建築技術を担うであろう、若手の研究者、技術者および設計者を中心に、活動の底流として最初のシンポジウムのテーマとした「21 世紀、鋼構造技術は何ができるか」を主題として活発な活動を行ってきました。この挑戦的な主題の基本的な理念は、「21 世紀にふさわしい斬新な発想による鋼構造建築物の創出」ということですが、これは発足当時の鋼構造建築に関する研究開発や技術開発の沈滞した閉塞状況を打ち砕こうという熱い意思と決意を表明したものです。

ところで、新たな 2008 年が明けた今、わが国の社会・経済そして技術の状況は、依然として芳しくありません。年明けのマスコミの論調では、「日本も遂に二流国に成り下がった」という類いの悲観的なものが多数を占めています。一流、二流という見方はさておき、確かに社会・経済だけでなく、科学技術や研究開発の分野の状況を見ても、総体として、未来の可能性を思わせる魅力ある輝きや活力を失っている状況です。

明治維新以来、1980 年代まで、「和魂洋才」という言葉に代表されるように、日本固有の精神や文化を活かしながら、西欧の才や技を採り入れるというキャッチアップを基本とする日本型社会システムにより、わが国は第二次世界大戦の敗戦からの驚異的な復興を含め、大いなる繁栄を遂げました。しかし、1990 年代に入り、日本経済のバブル崩壊、東西冷戦の終結による世界のグローバル化と大競争時代への突入、中国やインドなど発展途上国の急速な経済的台頭などと、それらへのわが国の対応の遅れにより、日本の社会・経済ならびに科学技術や研究開発はその勢いを失いました。よくいわれるように、西欧先進国に追いつけ追い越せのキャッチアップで生きていける時代は終わったのです。

現在、日本が直面している様々な問題、例えば少子高齢化社会や格差の問題、環境問題、エネルギー問題など、どれをとっても事態は他国より深刻に進んでおり、もはや、その解決策の範を他国に求めることは出来ません。そのためには、日本固有のよいところを活かしながら、自らで目標を定め、創造性に富む才と技を以て、道なき原野に道を切り拓き、上記の深刻な問題を世界に先駆けて解決していくリーダーシップが求められているといえます。すなわち「和魂創才」をもって、フロントランナーになることが求められているのです。

科学技術の分野に目を向けても、わが国は、上記の諸問題の科学技術面からの検討を含め、この十年余り、科学技術創造立国を標榜しています。しかしながら、具体的方策

とその結果において、必ずしも順調に推移しているとは言い難く、いろいろな試行錯誤を行っているのが現在の姿と考えます。たとえば、総合科学技術会議の創設、国立大学や国立研究所の独立行政法人化、国の科学技術研究費の競争的資金化など、ひとつひとつが未だ最終打ではなく、試行錯誤の段階です。よって、いろいろな成功しそうなアイデアを試し、うまくいかないときは、率直に修正や別の方策に切り替えることが望まれます。つまり、大きく見れば科学技術や研究開発の分野でも、政策や具体の研究開発課題の選定ならびに研究開発の実施において、フォロントランナーであり、夢のあるイノベーションを希求する基本的な考えと方針を持つことが重要です。

もし、これから、わが国が科学技術分野を含め、フロントランナーになれないなら、年頭のマスコミの「わが国もついに二流国に成り下がった」という悲観的な論調が当を得たものとなります。歴史をみれば明らかなように、主体が何であれ、栄えるものは、フロントランナーを続けようとする特別の努力とその成果がない限り、その隆盛を長く続けられず、いずれ衰退するものと考えられます。

鋼構造建築技術の分野でも全く同じことがいえます。振り返れば、「21世紀鋼構造フォーラム」の活動は、その主題と理念に沿って、鋼構造建築技術のフロントランナーになることを宣言し、それに向かって特別の努力を払ったことだったと考えられます。よって、「21世紀鋼構造フォーラム」は本資料の発刊をもって終了しますが、フロントランナーを目指した「21世紀鋼構造フォーラム」の主題と理念は、これからも生き続ける、いや、生き続けさせなければ、わが国の鋼構造建築技術は、恐らく二流に成り下がるでしょう。

最後になりますが、わが国の鋼構造建築技術とその成果が一流であり続けるために、心ある若き技術者、研究者そして設計者に、本資料に記述した「21世紀鋼構造フォーラム」設立の精神と活動をより深く理解していただき、その主題と理念の実現を目指してより一層、奮起して頂くことを期待して止まないところであります。

## 6.2 無題

1987年米国に駐在することとなった。目的は21世紀の建設業に必要な技術探索、探索技術の筆頭は新しい構造材料であった。米国駐在に先立ち、コロンバス州オハイオ市にあるバテルメモリアル研究所に「21世紀の構造材料探索」を依頼した。バテルメモリアル研究所からは200以上の提案があった。一部を示すと「エネルギー吸収構造材」「発泡鋼材」「透明コンクリート」「生きた材料・自己修復材料」「ニューハニカム材料」「折り紙金属」「CFRP」「ハイブリット金属」などである。今回のフォーラムのテーマとかなり重なる部分があり、20年前の発想の実現に向けて進めたのが本フォーラムではないかと思うほどである。

本フォーラムの方向発想は間違いの無いものであり、若手研究者・技術者の力を結集するのに相応しいテーマと成果が得られたと確信する。

近年MOT教育が盛んである。技術開発は出来るがその実用化・ビジネス化が難しく、如何にダーウインの海を渡るかを教育するものである。フォーラムの成果も実用化・社会への普及への一層の努力が期待され、フォーラムに参画した各機関・個人の努力が期待される。

### 6.3 21世紀鋼構造フォーラム発足時の経緯と今後に向けた提案

21世紀は、波乱の幕開けとなった。当時、鉄冷えの中、団体統合の一環として、1947年以降、我が国の鋼構造建築の市場開発において、その推進役を担った（社）鋼材倶楽部と（社）日本鉄鋼連盟が統合することとなった。

私は、まさにその議論の渦中の2001年4月、建築専門委員長に就任した。就任して間もない同6月、「はしがき」にあるように、同4月、独立行政法人となった建築研究所から、シンポジウム「21世紀、鋼構造技術は何ができるか」開催の呼びかけがあった。

私は、公的研究機関である建築研究所から、「鋼構造」に限定したシンポジウムを持ちかけていただいたことに関して、長年の鋼材倶楽部と、建築研究所との、ことに山内理事長との関係の深さに想いを馳せ、感謝の気持ちでこの提案に積極的に応じることとした。

その背景には、歴史ある「鋼材倶楽部」の看板が使えなくなったことへの危機感から、（独）建築研究所、（社）日本鋼構造協会など関連団体間の連携をさらに深化させなければならぬという認識があり、このシンポジウムをその象徴的事業に位置付けようと考えたこともある。

しかしながら、実行段階に入ると、「21世紀の鋼構造技術」に相応しい提案が出来るか懸念された。

そこで、急遽、シンポジウムに向けたアイデア出し委員会、「21世紀鋼構造フォーラム」を発足させた次第である。

何分、期日に余裕がなかったことから、委員及びテーマの選定に当たっては、独断的なものがあつたことを、この場を借りてお詫び申し上げます。

しかし、その後、このフォーラムが、6年半も継続されたことは、結果的に、無理をして立ち上げて良かったと思っております。

さて、今後に向けてですが、本フォーラムの「産官学の連携を機軸に、自由な発想による提案活動」と言う、山内理事長が掲げられた理念が、継承され、新しい形で、再スタートされることを望んでおります。

### 6.4 環境・防災・教育—21世紀型価値創造への挑戦と次世代への継承—

21世紀鋼構造フォーラムとは、「環境」、「防災」、「教育」の領域における、21世紀型価値創造への挑戦だと捉えることができる。

地球温暖化、異常気象の頻発といった地球規模での不安が募る中、アル・ゴア氏の「不都合な真実」がベストセラーとなり、長期にわたり人類の生きる環境をいかに持続させるかが関心事となっている。地球が回復不能な打撃を受けないようにするためには、ここ20～30年間で勝負とさえ言われている。地球環境保護には、廃棄物削減、資源の有効利用、CO2削減などへの取り組みが重要であるが、建築部門では長寿命化とリサイクルという視点が欠かせない。

住宅の平均寿命は、アメリカは45年、ヨーロッパは75年、日本は30年と言われている。日本だけが極端に短命で、寿命が来る前に取り壊すというのがこれまでの常識だった。しかし一昨年、成熟社会にふさわしい豊かな住環境の実現を目指す「住生活基本法」

が施行され、国の住宅政策は量から質へと大きく転換した。

鋼材ダンパーに関する研究は、既存建物を高耐久にする技術展開であり、既存ストックの有効活用と災害の未然防止・減災、建物の長寿化、社会全体の環境負荷低減のニーズに合致したものであり、リスクとコストのバランスの取れた取り組みである。

また、テーパー付き鋼管柱に関する研究は、まさにリユースによる環境負荷低減を志向したものであり、他の構造材料に比べ、鉄鋼の特性を最大に生かせる領域であるとともに、コストパフォーマンスに十分配慮したコンセプトとなっている。

建築物を長期に渡って利用するためには、まず何より耐久性を高める必要がある。それにはスケルトンの強化が重要であるが、高強度で高性能な鋼材はそれを可能にする。仮に、寿命が来たとしても鉄鋼はリサイクルの優等性であり、リサイクルでかなりの環境負荷低減に貢献できると見込んでいる。建築物を長期間壊さなくすれば、廃棄物削減につながる。更に、省エネ性能に優れた建物が増えれば、民生部門のCO<sub>2</sub>排出削減にも貢献する。

今後、建築計画において、「経済性」のみならず、「環境性能」が意思決定のパラメーターとして重要な地位を占めるのは間違いない。環境性能が建物の価値を決める時代だ。平成7年の阪神淡路大震災では、数多くの建物や都市基盤施設が倒壊し、土木建築の安全神話が脆くも崩れ去った。近年、東南海・南海地震の発生が現実的になる一方（今後30年以内に、60～70%の確率で発生）、東海水害や福岡水害に見られるような豪雨に対する都市の脆弱さが露呈している。また、21世紀になって建築基準法は性能規定へと移行し、「性能設計」という言葉が世の中を席卷するようになった。しかし、現在、社会との対話はまだ緒についたところであり、科学技術の成果を享受する立場にある生活者が耐震安全性について十分な理解を得るには至っていないのが現状である。

展開構造システム等に関する研究を通じて、都市防災にかかわる数々の解決策が提案されている。それらの技術の一つひとつが、大きな可能性を秘めた重要な要素技術である。

生活者が、防災という施策に対して置かれている現状をどう評価し、どうあるべきかについて、社会に対して情報発信することの重要性が本研究を通して読み解ける。

また、薄板鉄鋼材料を用いた研究では、構造仕上げ要素と接合形式の多様な組み合わせがその要求性能に与える影響について、多くの性能評価軸により査定する方式を提案している。これからの展開を図る上で、研究の方向性、優先順位を多元的にイメージできる研究計画支援システムとも言える。

これらに共通する事は、住生活の多様化により、単なる建築分野における価値判断だけでは、理想的な姿が見えづらくなってきているということである。建築分野が、たとえば社会学、経済学、心理学等の分野と融合することによって、変化する暮らしや社会に対応した最適解を提案する時代に、我々は今、直面しているのではないだろうか。そして、真にこの世界は、コラボレーションの観点で、今後、産官学公の多様な価値観の融合効果によって新しい価値を創造していくべき領域ではないかと考えている。

先般発表された経済協力開発機構の、2006年国際学習到達度調査の結果は、衝撃的であった。数学的応用力が前回2003年の6位から10位に、科学的応用力が2位から6位に順位を下げ、学力が世界のトップクラスから転落していることが明らかになった。そ



れにも増して、科学に興味や意欲をなくしていることの方が問題という指摘も多い。科学者や技術者という言葉に夢が感じられなくなった昨今、想像以上に「科学離れ」が進んでいるのが現実だ。

本フォーラムは、科学的見地から、6年半の間、多種多様なシーズを探索し、防災、環境保護という21世紀になくてはならない社会的要請に対し、鋼構造という切り口で解決すべく産官学公の連携体制を進めてこられた。各分野より選抜された方々が、熱き思いを持って御自身の持つ技術的ポテンシャルを最大限に発揮し、研究をリードしてこられた。ロボット作りが子供の意欲や好奇心を高める効果があるように、若き技術者、研究者たちも先輩諸兄の活動に大きな刺激を受け、科学技術への関心が従前より高まったことは想像に難しくない。そういう意味で、若手技術者の人材育成に本フォーラムが果たした役割は大きい。今後、国と学界、産業界、そして大人社会全体で、科学技術の魅力を子供達や若手技術者に伝えられるような社会を築いていくことの必要性、価値を痛感している。

本フォーラムは、団体組織間で昔のような大らかな交流がなくなった現代社会において、その閉塞感を打破し、21世紀初頭に確かな足跡を残したと実感している。本フォーラムで壊かれた科学技術に馳せる熱き思いと組織横断的な一体感、理念は、次の世代へと必ずや引き継がれていくことと確信している。

#### 6.5 雑感：フォーラム活動を終えるにあたって

21世紀鋼構造フォーラムには設立当初から参加した。鋼構造分野に活気がないなと感じていた時期であった。鋼構造技術で骨組みは構築できるが、ひとが使う空間は、建築家（アーキテクト）のような構造研究とは異なる分野の人達と連携しないと良くできない。フォーラムがこのような機会を与えてくれるものと期待していた。実際にはフォーラム参加者の多くは構造分野であったが、普段の専門分野の仕事から離れて自由に発言できる環境が提供された。

「フォーラムの成果は何か？」と問われれば、参加した人数を見れば歴然であるし、そのものずばり、幅広い視点から検討された本資料が成果そのものである。「生きる」、「進化する」、「解き放たれた」というシンボリックな概念を掲げての提案と、その実現に向けた検討成果である。しかし、6年半の活動プロセスにおいてフォーラム参加者に形成された無形の財産の方がより大きかったのでないかと考えている。本資料をきっかけとした論文にまとめなかったのは、活動プロセスの中で発想された各アイデアが形式にこだわる論文にまとめることによって消え去ってしまうのではないかと考えたため、活動の各段階での意見交換をホットな内にレポートとした資料をそのままの形で載せることとした。その意図が本資料で達成されたかどうかは、読者にゆずりたい。

さて、鋼構造から建築分野全体に目を転じて、最近、イノベーションの議論が盛んである。過去を振り返ってみて、イノベーションと呼べる技術があったのかと問えば、構造分野に限っても、コンピュータの発展に支えられた構造解析や時刻歴応答解析の普及、これを裏付ける実験と観測、震度法に取って代わった新耐震設計法、免震・制震技術の実用化、コンクリート充填鋼管構造の一般化、高強度コンクリート（いわゆる、New RC）による超高層住宅、カーボンファイバーなど新材料の利用などがある。しかし、

これらイノベーションと思われる技術が、未来から見ても、良好な資産を残すことに寄与したと言えるのか、まだ結論は出ていないようにも思う。

最近、地球規模での環境問題が盛んに議論されている。門外漢としては「本当なの？白黒はつきりさせて！」と言いたくなる場面が多い。バイオ燃料に頼りすぎはかえって地球環境に良くない、牛肉の輸入はその牛を育てた環境と水を輸入しているようなものだ、鋼材輸出は国内で排出したCO<sub>2</sub>の代償だ、などなど。物事は、適切な視点から見て（境界条件に基づいて）評価されなければならないという証である。上記の各開発技術がイノベーションであったかどうかの評価も同様な視点で、行わなければいけないであろう。

6年半のフォーラム活動では、どちらかという境界条件をあまり意識せずに思いつくままに色々な提案を行ってきたが、今後も同じスタンスでより自由にアイデアの発想ができればよいと思う。その一方で、しっかりと適切な境界条件を見定めた議論をする場が設けられ、発想されたアイデアの中から、未来から見ても良好な資産を作り上げる技術であったと認められるような技術が、旅立つことを確信し、そのような今後の活動に、フォーラム成果をまとめた本資料が役立てられることを期待して止まない。

## 6.6 鉄骨造体育館の耐震補強の重要性と今後の展開

21世紀鋼構造フォーラムの第三期目（平成17年秋～19年秋）の研究活動として、私自身は「鋼材ダンパーを用いた既存建築物の耐震補強に関する研究WG」を担当した。このWGでは、実務設計者である委員の方々とともに、鋼材ダンパーを用いた耐震補強に関し、補強の実態を明らかにするためのアンケート調査や鋼材ダンパーの有効性や設計法を検討するための地震応答解析等を行い、有益な結果を得ることができた。このWGで実施したアンケート調査では、WGの委員が所属する会社（4社）で、実際に耐震補強を実施した建物についてのデータを収集し、それを分析した。それらの結果の詳細はWG報告を見ていただくとして、この調査から得られた結論の1つとして注目すべきは、補強建物のうち鉄骨造建物は全体の7%であり、ほとんどがRC造またはSRC造であったことである。

RC造の学校校舎や集合住宅等については耐震補強を早急に行うべきであろうとの一般的な認識があり、補強もある程度は進められていると考えられるので、このような結果になることも予測できるが、鉄骨造建物の割合は、やはりかなり少ないとの印象を受けた。これは、鉄骨造建物が、RC造やSRC造の建物に比べて、耐震補強の対象となる建物が多いためか、それとも、単に、建物用途として重要度が低いため、後回しになっているためか、この調査だけでは、明らかにすることはできなかった。一般的に、鉄骨造建物は耐震補強の対象としては、あまり重要視されていないような印象を受ける。そこで、本稿では、鉄骨造建物の中でも耐震補強が重要と考えられる体育館を取り上げ、地震被害調査で耐震補強の効果が見られた事例を紹介するとともに、体育館の耐震補強に関する今後の展望について述べたい。

2004年の新潟県中越地震では、旧基準の鉄骨造体育館で、桁行方向ブレースの破断や座屈の被害が見られ、被災地では体育館を避難所として使用することができなかった例が多く見られた。この地震による鉄骨造体育館の被害調査を、国土交通省国土技術政策

総合研究所、(独)建築研究所、(社)日本鉄鋼連盟、(社)日本鋼構造協会の共同調査として実施した。その調査結果<sup>1)</sup>では調査した63棟の体育館のうち、1981年以前の旧基準の体育館が38棟であり、この中で耐震補強を実施していたものがわずかに1棟だけであった。学校校舎は補強を行っても体育館までは予算上補強が難しいケースが以外に多いものと考えられる。体育館は地震後に避難所として使用されるものであり、これまでのように、学校校舎は耐震補強したが、体育館は補強しないということが続くことになると、被災地の避難計画をたてる上で、今後、大きな問題が生じる可能性がある。体育館の耐震補強も学校校舎同様に実施されることが強く望まれる。

この地震被害調査で、唯一、耐震補強されていた体育館は、川口町の震度7の地域に1970年代に建設され、1997年に耐震補強を実施していたものである。地震後の調査では、体育館の床が数cm程度沈下していただけで、構造的な被害とともに天井材(木毛セメント板)の落下等の非構造の被害も見られなかった。この体育館では、桁行方向の既存ブレースは、L型アングル材ブレースが間柱を介して、8構面に設置されていたが、耐震補強では、既存部材はそのままとし、新たに、鋼管ブレース( $\phi 101.6 \times 4.2$ )を8構面に増設している(写真6.1、6.2)。

一方、上記の体育館とほとんど同じ規模で、同一形状の屋根を持ち、建設年も1970年代である体育館が、数キロ程度の近隣にあった。桁行方向の既存ブレースの構造形式も無被害であった体育館と同様に、L型アングル材ブレースが間柱を介して設置されているものであるが、こちらは耐震改修を行っていなかった。この体育館では、桁行方向で、既存のブレース材及び接合部の破断や座屈等の比較的大きな構造的被害が見られた。(写真6.3)また、天井の木毛セメント板が全体の1/4程度落下していた(写真6.4)。これら2つの体育館の被害状況を比較してみると、適切な耐震補強を行っていれば、ほとんど大きな被害を受けることなく、継続的にその建物の機能を維持して使用することが可能であることがわかり、耐震補強を行うことの重要性を認識できる。

21世紀フォーラムにおける「鋼材ダンパーを用いた既存建築物の耐震補強に関する研究WG」でも、鉄骨造体育館の耐震補強として、鋼材ダンパーを用いる方法について地震応答解析による検討を行った。その解析の結果では、既存のブレースの弾性変形を活用して、柔剛混合構造として鋼材ダンパーを用いることで、ブレース増設による補強よりも、変形を小さくすることが可能であることがわかった。鋼材ダンパーは強度型の補強ではないため、強度型のブレース補強に比べ、建物全体としての必要な補強強度をブレース補強の場合の1/3~1/4程度にできる可能性がある。したがって、1本あたりのブレースとダンパーの強度を同じと仮定すれば、ダンパーの設置数をブレースの場合の1/3~1/4にすることも可能となり、コスト面でも、ブレースによる補強に比べて優位にたてる可能もある。鉄骨造体育館の鋼材ダンパーによる補強方法については、今後、さらに検討する必要があるが、学校体育館の補強では財政的な問題もあるので、より安価で高性能な補強方法が早急に提案されることが望まれる。

#### 【参考文献】

1) 長谷川隆、向井昭義、西田和生、石原直：新潟県中越地震における鉄骨造体育館被害調査（その1 構造被害の分析）、日本建築学会大会学術講演梗概集B-2、pp569-570、2005.9

◆耐震改修済みの体育館



写真 6.1 既存ブレースと補強ブレースの設置



写真 6.2 天井等非構造部材の被害無し

◆耐震改修していない体育館



写真 6.3 既存ブレース接合部破断



写真 6.4 天井木毛セメント板の落下

6.7 21世紀の技術とはどのようなものか

6年あまりにわたって、本フォーラムの様々な活動に参加しながら、心中常に考えてきたことは、今後21世紀の技術がいかなるものとして成長を遂げるか、あるいは遂げるべきかということであった。21世紀のまさに初頭に、このことを産業界の方々とともに探索できたことは、建築史やデザイン史を講ずる身にとって、同時代からの直接の刺激は、大変印象深いものであった。

なかでも、もっとも注意をひいたのは、21世紀の鋼構造、その構想の仕方自体の水準で、参加者の間にふたつの異なった構えが、対立・共存しているように思われたことである。ひとつは既存の20世紀的な技術・社会・経済観の延長上に21世紀を構想しようとする態度である。「次はどんな技術か」という問題意識と言い替えられるだろう。もう



ひとつは、21世紀にこれまでとは異なった性格を予感し、それに至る変革を、技術がどのようにサポートできるか構想しようとする態度である。こちらは「技術は何をなすべきか」という問題意識である。このふたつの問題意識は時に鋭く対立し、異なった研究態度を主張しあうことにもなったが、しかし時にひとつの思考の中で渦巻いて、迷いや勇気をもたらした。

私たちは今、19世紀から20世紀にかけての技術の大変革のあとに位置している。ここまでの経緯を俯瞰的に見れば、基本的技術が完成するまでの実験期、安定した実践的技術が成立する古典期、経済社会のなかに技術が組み込まれ淘汰・最適化されてゆく洗練期に三分できよう。私たちが現在手にしている技術は、洗練期をくぐり抜けた技術である。非常に合理的で便利で経済的で、私たちの経済・社会の現状において、局所最適に達している技術である。

このような技術を前にして、その変革を模索することは、ドンキホーテの行いと見られかねないものである。2・3年先しか視線の届かない人物には、到底理解できないことだろう。19～20世紀の文明、それは大量生産—大量消費の枠組みで人々の生活の利便性の向上を図ろうとした時期であった。産業社会がその軌道の上で発展し、いま私たちはそこで暮らしている。私たちににとって自明とさえ見えるこの状況の安定が、もし21世紀中に崩れることがないなら、その初頭にドンキホーテは必要ない。

しかし、状況が大きく変化した瞬間、局所最適解の有効性は崩れ去る。一見安定したかのように見える現在の産業社会の枠組みにも、厳然たる限界が立ち現れつつある。ひとつは大量生産の可能性を牛耳る資源の限界であり、もうひとつが大量消費のあとに立ちだかる廃棄の限界である。21世紀は、これらの限界に直面する時期になるように思う。効率よく大量の商品を販売し流通させて利潤を獲得しようとする考え方、すなわち資源消費と廃棄を伴わざるを得ない産業社会自体は、少なくとも調整局面に入っていくはずである。

その時に求められる技術者たち、彼らにこそドンキホーテの青臭さが必要となる。おそらくこの時のための芽を残しておこうというのが、このフォーラムを企画するについての核心であっただろう。技術の可能性を信じて、あれこれ図面を引き、あれこれ計算を繰り返し、自ら工具をにぎって部材をつくり、トラックを運転して加工場に届け、溶接の火花に身をさらし、破壊試験の後の破片に注意の目を配ること。この技術者の文化と共同こそ、現代をつくりあげる上での基礎となったものである。この意気をぜひ伝えたい、その意図に私たちは応えたのである。

こうして様々な風車に突撃を繰り返した。そうした成果を発表するたびに、多くの方々から、同じようなアイデアがかつてあったと助言された。調べてみるとどれも1950～60年代、すなわち古典期の業績である。20世紀の技術にこうした息吹があったこと、それが半端でない厚みを持っていたこと、洗練期を通じて影を薄くしたものの、まだ私たちの発想と興味を引きつけるだけの生命力を保っていることに感銘を受けた。

しかし、21世紀の初頭にいる私たちに、技術に全幅の信頼を寄せていたあのころの夢自体は、もはや全く響かない。バイオリンを繊細かつ巧妙に弾くロボットがあらわれたと聞いても、鉄腕アトムの線上にあるその夢に、もはや熱狂的価値を感じることはない。ロボット交響楽団など、もはやSFマンガの題材にすらできないのだ。だから、古典期の

技術の種子にいまだ生命力があったとしても、それがその頃の価値観に沿って成長することはないのである。

こうして私たちの手には、変革の予兆と、技術者の当為と、20 世紀に芽吹くことのなかった数多くの種子が残されている。これらをひとつのものに結びあわせるために私たちがなさなければならないのは、21 世紀独自の技術の価値を確立することである。技術者は、人間と技術が再び結びあう価値の構想に力を尽くさなければならない。このことを通じて、20 世紀後半の洗練と淘汰が反省され、クラフトマンシップと技術者の役割が見直され、産業社会のあたらしいあり方を動機付けていくことになるはずである。

## 6.8 Objectivity の追求

本稿では、これまでの 21 世紀鋼構造フォーラムの活動において、主査を担当させて頂いた以下の WG から私自身が学んだこと、そして 21 世紀の社会・科学領域に貢献したいと熱望する理念を述べることにします。

(第一期)A グループ：生きる建築へのアプローチ

(第二期)WG1：第一期で提案されたテーマの実現化推進

(第三期)WG：展開構造システムと損傷制御構造に関する調査研究

21 世紀は、前世紀の「機械文明」から「知能・環境文明」への転換の時期である。これまで材料レベルから構造レベルまで、それぞれの領域で発展してきた建築技術を地域防災制御の観点から総合的に見直すことは、単なる災害防止だけでなく、エネルギーの共有、さらには個々の建築形態の進化へと発展していく可能性を秘めている。こういった観点から 21 世紀鋼構造フォーラムを展望すると、我々の材料・構造技術が、日本や国際社会、そして全ての時空間に対し、どのような意義を持つのかを考える必要性が見えてくる。最初に、これまでの全活動から、今後の我々が歩むべき道標となるキーワードを探ることにする。

「生きる建築とは何か」という命題から派生した鋼構造技術に関して、第一期では、図 6.1 と図 6.2 に示す 21 世紀の建築として「生きる建築」「地域防災制御システム」の考え方を提案し、建物単体としてだけでなく、特定地域の建物群としての地域防災制御のあり方を示した。また、色彩可変、自己診断、可変というキーワードによる要素技術の可能性を探った。ここでは、「Organic Structural System／生きる表情／治癒／動く建築／エネルギー循環／地域防災／21 世紀の処方箋／考える葦(Thinking Reed)」がキーワードとなっている。

第二期では、第一期で示した地域防災制御システムの考え方を基に地震エネルギー集中型人工地盤及びユニット化構造システムの提案、さらに、それらを実現する高性能要素技術として TRIP (Transformation Induced Plasticity) 鋼及び繊維強化金属について研究を行った。ここでは、「自己増強／高靱性／リユース／劣化診断／繊維補強／複合部材／TRIP 鋼」がキーワードとなっている。



図 6.1 生きる建築

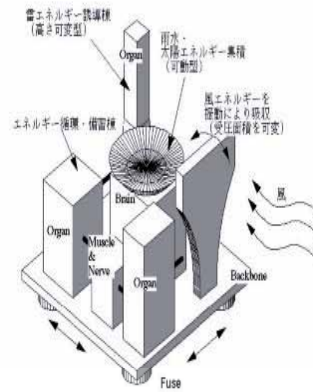


図 6.2 地域防災制御システム

第三期では、21 世紀に求められる建築の姿としての「生きる建築」は、「感じた」結果として「動く」ことにより付加価値を高める建築であるものと考え、「動く」と「感じる」にテーマを絞って研究を行った。ここでは、「展開構造システム／損傷制御構造／地域防災／可変構造／自己診断／自己修復／長寿命／リユース／新しい免震構造／建物の性能の明確化」がキーワードとなっている。

次に、発想の転換を図り、地震動そのものを低減する研究について少し触れておきたい。これは、現在の耐震設計が建物単体のみに着目して行われていることに対し、地震動そのものを制御することを目的としており、21 世紀鋼構造フォーラムにおいて私が担当させて頂いた全ての活動の根源となる理念である。

これまでの建築は、建物に伝達される地震動を科学的かつ経験的に評価し、設計の対象となる建物だけの安全性を確保することに努めてきた。これに対し、全人類に同等な安全性を供給するという地域防災制御の立場から地震動そのもののパワーを低減する手法を開発することが必要ではないだろうか。地震動は、基盤のプレートが運動することにより、プレート内に存在する断層 (Fault) 部分で歪エネルギーが蓄積され、ある破壊靱性値に達した時に断層がすべることにより、エネルギーを開放し、地震波動として伝播したものと考えられる。そこで、材料学・破壊力学の観点から、図 6.3 に示すような現存する断層面にすべりを抑制する補強部材 (イメージしやすいものとして、摩擦杭が考えられる) を打設し、断層のすべりに対し、補強部材の Bridging 効果により地震動のエネルギーを減少させることが考えられる。ここで述べた断層補強は、断層の位置が明確に予測でき、かつ補強するエレメントがどういったものかを科学的に評価する必要があることは言うまでもないが、ここで紹介した概念が地域防災制御システムの一つとして発展していくことを多に期待する。

本稿では、材料技術と構造技術の Collaboration、さらに Objectivity の追求として地域防災制御への期待を論じた。21 世紀に向けて建築設計の自由度は確実に広がるであろう。しかし、自然の節理に適った適切な耐力、靱性、バランスのよい剛性分布を確保するという原則は変わらず、また変わるべきでない。

最後に、21 世紀鋼構造フォーラムの活動が、材料・構造技術の可能性と現時点での技術的限界及び将来の可能性への理解を広く市民に啓蒙し、「市民による、市民のための、市民の鋼構造」が達成されることを期待する。また、常に新しい設計思想を発信し続け、

人類と地球環境に貢献されることを確信して、本稿を終える。

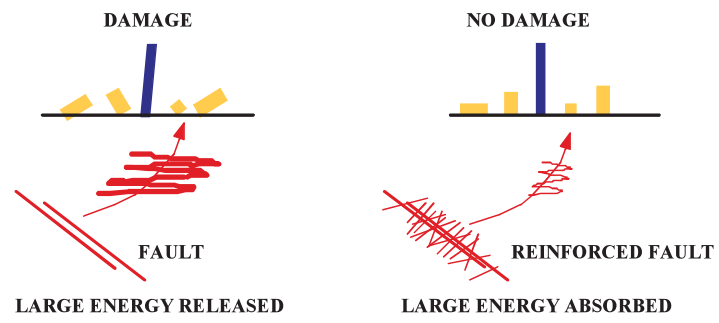


図 6.3 断層面のすべり制御