

## パネルディスカッション



コーディネーター

宇佐美勉 氏

SGST 常任理事（名古屋大学教授）



パネリスト

藤野陽三 氏    川人健二 氏    佐野奨 氏 、 伊  
藤義人 氏

## 講演のまとめ

(宇佐美) どうもありがとうございました。伊藤先生はいつも時間通り終わっていただいで感謝いたします。パネリストからの話題提供を終わりました、その次にいきます。

次は講演のまとめをパワーポイントで示します。たった今講演していただいた佐野さんとか、伊藤先生の講演はまとめをやることもないかと思うのですが、質問のときに少しは役に立つかと思い、4人の方から送っていただいたレジュメとか、パワーポイントファイルをもとに作ったもので、必ずしも今日講演された内容とマッチしていないところがあるかもしれません。

(スライド1) 最初の藤野先生は、大まかに言うと、大学人の立場から、構造工学という学術分野、それから構造技術者というプロフェッションに関する将来展望を概説していただいたということです。

2番目が、構造工学の持続的発展、人材育成を含めてできる体制作りが大事だということ

で、要素技術というか、シーズの部分の研究だけではなくて、それを総合化する研究が必要だということをお話されました。“はこもの”、構造だけの研究だけではなくて、その周辺も非常に大事だというような、そして、そういう体制を創ることも大事だというようなお話だったと思います。

3番目が非常に時間を取られて説明されたことですが、特に先生の研究室でやられている、他分野の先端技術積極的に導入したらどうかということで、計算技術特に風に関する計算技術の話をお話されました。ローカルな、非常に精度のよい風速を計算する計算技術とか、ITを応用したモニタリング、それから計測技術の話、それから藤野先生がもっとも得意とされる振動制御の話をお話してミレニアムブリッジ等を例にとり、多少宣伝もありますけれども、話していただきました。

(スライド2) その次が、川人さんから、鉄鋼の供給者の立場から、リサイクルの話をしていただきました。鉄のグリーン化の話で、リサイクルは100%というようなことですが、ただ問題点として、リサイクルするごとに銅とか錫の不純物が蓄積する。

それを取り除く技術はまだ開発途上なので、それを制御する方法として、入り口で制御するとか、希釈するとか、合金を使わないスーパースチールという話をされました。

3番目の方法は、まだ開発途上で、2番目の希釈する方法が有効だろうということですが、コントロールというものは、高炉とか電炉だけでクローズするものではなくて、循環系全体で対応しないといけないというお

### 講演のまとめ(1)

#### 【藤野講師】

- ① 大学人の立場から、“構造工学という学術分野”および“構造技術者という専門職”に関する将来展望を概説
- ② 構造工学の持続的発展(人材育成を含めて)が出来る体制作りが大事
- ③ 土木技術開発に、先端技術の積極的導入を図ることが肝要

(先端技術の例) 計算技術、センシング・情報技術、制御技術

スライド1

### 講演のまとめ(2)

#### 【川人講師】

- ① 供給者の立場から、鉄鋼材料のリサイクルの現状と課題の紹介
- ② 鉄のグリーン化の特徴  
-リサイクル率ほぼ100%
- ③ 鉄のグリーン化が抱える課題と対策  
-不純物の蓄積  
-不純物のコントロールは鉄の循環系全体で対応すべき

スライド2

話がありました。

(スライド3) それからセメントの供給者の立場から、セメント材料とコンクリート構造物のリサイクルの現状と課題の話が佐野さんからありました。ポルトランドセメントのリサイクル効果ということで、こういう2つの点からもリサイクル材の使用が有利だということと、コンクリートの塊のリサイクル効果ということで、現場内で処理するものと、現場外で処理するもののCO2排出量と採算性からの比較をお話しされました。

(スライド4) 最後の伊藤先生のお話ですが、構造工学者の立場から、ライフサイクルを考えた環境負荷低減型設計法に関する最近の取り組みと将来展望についてお話しがありました。最初は土木学会から出ておりますガイドラインでは、環境要求性能というものを新たに考慮して 機能性(安全性)、経済性と環境負荷低減性の3軸設計空間から最適解を選択する方法の提案があったものです。

それからケーススタディと構造工学技術者の環境の取り組みのスタンスということで、環境負荷を考慮した橋種、それから防護柵の選定システムを構築されたという話と、すべての構造技術者は、環境に対して何らかの配慮をする必要があるのではないかなといううなご提言です。

以上が、4人のパネリストの講演内容だったと思います。

これから、質疑応答に入りたいと思います。これから先ほどの4人のパネリストからの話題提供に関しまして、パネルディスカッションに移る前に、こういうことを聞いておきたいということがございましたら、積極的にご発言いただけたらと思います。

## 基調講演1に対する質疑応答

討議は、その次のパネルディスカッションの方に持ち越したいと思いますので、質問に限定して、大体15分から20分を予定しております。講演順にいきたいと思います。藤野先生のご講演に関して、何か質問がございましたらどうぞ。はい、福本先生どうぞ。

(福本) レジュメの中で、書かれておまして、今日時間の都合が何かで、お話しに触れられなかったことなのですが、道路橋示方書改訂の方向、すなわち仕様規定設計から性能照査設計への移行で大学の技術が生かせる示方書にというのがありますが、これに関して少し触れていただければありがたいのですが。

### 講演のまとめ(3)

#### [佐野パネリスト]

- ① 供給者の立場から、セメント材料・RCのリサイクルの現状と課題紹介
  - ② ポルトランドセメントのリサイクル効果  
・資源枯渇、CO<sub>2</sub>排出量の両方の観点からリサイクル材使用は有利
  - ③ コンクリート塊のリサイクル効果  
・現場内処理/現場外処理をCO<sub>2</sub>排出量と採算性から比較
- スライド3

### 講演のまとめ(4)

#### [伊藤パネリスト]

- ① 構造工学者の立場から、ライフサイクルを考えた環境負荷低減型設計法に関する取り組みと将来展望
  - ② 環境負荷低減型土木構造設計ガイドライン[土木学会]  
・環境要求性能を新たに考慮  
・機能性(安全性)、経済性、環境負荷低減性の3軸設計空間から最適解の選択
  - ③ ケーススタディと構造工学者・技術者の環境への取り組みのスタンス  
・環境負荷を考慮した橋種・防護柵選定システム  
・全ての構造技術者は環境に対する何らかの配慮を
- スライド4

(宇佐美) これに関しては藤野先生が、パネルディスカッション用に資料を用意されておられるようですので、後のパネルディスカッションに持ち越すことでよろしいですか。

(名木野 大同工大) 大同工業大学の、修士課程の名木野と申します。3番目の、最先端の技術を積極的に導入するというに関する質問です。マスコットでしたか、画像をトレースして、FEMにかけるといって、非常に素晴らしいと思うのですが、160万メッシュかけるとおっしゃっていました。それが2~3時間で解けるということは、もうスーパーコンピューターを使っているということでしょうか。あるいは、市販のPCで解けるということでしょうか。

(藤野) 私は最初に行ったように計算機はあまり詳しくないのです(笑)。ただ、高性能のパソコンを30台ぐらい並列で動かしているのです。スーパーコンピューターは、もし本格的にやるときは東大などのセンターに行って、ぶっ続けで動かすつもりなのですが、ふだんの計算は、研究室の中に買った、何十台のパソコンでやっています。

(名木野) もう1つなのですが、僕も計算力学の勉強をしているひよっこなのですが、手法、ニューメソッドを考えるとときにはいつも経済性から、degree of freedomを低減させて高精度かつ汎用性の高いということをメインに、裏を返すと市販のPCで解けてしまうように設定しようと頭をひねったりするのですが、これからは並列パソコンというとデュアルマシンのような形になります。そういうどちらかというと多少お金がかかってしまうのはしょうがないのでしょうか。大規模な問題を解く場合には。

(藤野) これも、僕はあまりちゃんとした答えはできないのではないかと思います(笑)。痛いところを突かれた。つまり計算コストの問題ですね、おっしゃっているのは。(名木野) はい、そうです。

(藤野) もちろん例えばここでも、今普通我々は25メートルメッシュぐらいを解くという前提で、数キロメートル、高さが1キロとか2キロなので、1.6ミリオンになるわけで、要求がどんどん高くなれば、もっと細かいものになっていく。1回風洞実験をやると1,000万円以上飛ぶのです。ソフトを開発する費用はかかるけれども、それが整ってくれば、実験なんかより圧倒的に安いのです。僕は計算の負荷という問題は、またコンピューター、計算機はまだ下がるであろうから、あまり問題ではなくなると思います。ただ、合わせてニーズが増え、高くなるの追いかけてこのことでもあるでしょう。計算の効率化というのは、常に永久に問題だと思うけれども、同じ問題を解くなら負荷はどんどん減っているのが現状です。併せていえば、実験の方の精度はあまりあがらず、コストのみが増えているのが現状です。

(名木野) ありがとうございました。

## 基調講演2に対する質疑応答

(宇佐美) ほかにございますか。今日お話しされなかったことでも、レジュメに書いてあればいいのです(笑)。よろしいですか。それではまたパネルディスカッションのときにいろいろ出るとお思いますので、その次に行きたいとお思います。その次が川人さんの講演です。供給者の方からのお話ですが、どなたか質問ございますか。

(梶川 金沢大学) 電炉材が100年先でしたか、電炉材でだいたいまかなえるような話、まかなうと言うのが分かりませんが、ぐるぐる回り出すという話は、私もリサイクルの話をするときにするのですが、

も、結局電炉で実行できる3種類の方法として、どこをだいたい狙っているのでしょうか。製鉄会社としては、そのまま使うのが一番楽ですよ。そこら辺をちょっとお教え願いたいのですけれども。

(川人) 一番いいのは、やはり不純物が、先ほど言いましたように銅とか、取れない技術を安く取る技術が開発されるのが一番いいと思います。ただやはり今、原理的にはできる技術があるのですがお金がかかるという状況で、多分ペイはしないのではないかという話なのですが、それは努力をする。ただ世の中、日々鉄が作られて、ものが作られていますので、その中でいかに循環していくかということを考えなければいけないので、今のシステムをうまく使いながら循環していくのだというのが、しばらく後数百年は続くのではないかという気がします。

(藤野) 先ほどもちょっと、川人さんに個人的に伺ったのですが、例えばコンクリートに関して、私の知っている知識だと、今廃棄したものは路盤材に入れて使う。道路の建設が非常に盛んであるから、それらを吸収できるという現状がある。もし道路を造らなくなると、一挙にあふれ出てくる。同じようなことが、鉄、鋼についても言えるのでしょうか。つまり今廃棄で出た鉄筋で作られた鉄筋などが、国内に吸収できていけばいいけれども、そのバランスが崩れたときには、輸出とか、そういうマーケットメカニズムがうまく動くのか、その辺のところをちょっとお伺いしたい。

(川人) 非常に面白いご質問というか、ビジネスマンとしては胸が高鳴る質問なのです。日本で鉄を作り始めたのは、1901年なのです。ちょうど100年くらい前で、八幡製鉄で初めて高炉に火が入った。それから100年たっていますが、それまでずっと日本はスクラップの輸入国でした。常に鉄がないというような状態でした。日本がスクラップの輸出国になったのは1991年です。まだ10年くらい。2001年度のデータで、年間691万トンのスクラップを輸出しています。ほとんどが韓国、台湾、中国というところですよ。

このように日本でも、社会蓄積が増えてきて、初めてスクラップが輸出できるまでに100年かかったという、このくらいのストックまでの時間が必要だと。ストックに対し2.3%くらいずつ出てくるということで、やっと日本も輸出できる国になったと。

今先ほど最初の方でスライドでお見せしましたが、国民1人あたりの鉄源消費量というのが、日本が500キロ、まだ中国、東南アジアは100キロ以下というところで、旺盛な鉄鋼需要がありまして、中国などは年間に日本の製鉄所1個分くらいずつ多く製鉄が増産されている。鉄源が非常に不足していて、スクラップをたくさん輸入している。

そうすると中国自身のインフラが整って、スクラップを輸出するのが、やはり今からあと百年はいいかないにしてもそれに近い年くらい先になるだろう。それまでは必然的にずっと、世界中から出てくるスクラップがいろいろなところに流れていって、世界でバランスしていくということになるだろうということなので、先ほどの話もありますけれども、21世紀、2100年くらいを過ぎると、やはり今とは大きく違った循環バランスができていだろうと想像できます。

そのときまでには、不純物が除去できるような技術ができていて、循環していく世界になっているだろう、いやなっていないかとは思いますが。そういう大きなトレンドは考えられると思います。

(宇佐美) よろしいですか。ほかにございますか。はい、どうぞ。

(枚本 フジエンジニアリング) 炭酸ガスの話をし出すと、解体技術というのが非常に大きなファクターを占めていると思うのです。特に私のようにメンテをやっている人間というのは、解体に対してものすごい労力

と金がいるわけです。これが今日ちょっとお話し of すべてを私が理解していないのかも分かりませんが、あまり全体の中で解体がどのくらいの重みを占めているのか、もしお分かりになりましたら、お教えいただきたいのですけれども。

(川人) すみません、そのデータは今我々の方ではまだ、あくまで今検討していますのは、製鉄所の門を出るところまでのデータは一生懸命取っておりますけれども、出た後の世界というのはまだ手がつけられておりません。私の範囲では分かりませんので、ですから伊藤先生とか、そちらの分野の方の方がたぶんご存じかなと。

### 話題提供 1 に対する質疑応答

(宇佐美) その点は後のパネルディスカッションで少し触れるようにしましょう。それではその次に行きます。その次は佐野さんに。SGSTは鋼だけではなくて、コンクリートの方も入れるということですので、わざわざ来ていただいたのです。

(久保 名城大学) ちょっと質問をさせていただきます。2 ページの右下の先ほどの発生コンクリート塊ですが、車両上というのはどういう状況を言うわけでしょうか。

(佐野) 発生コンクリート塊というのは、いわゆるそのもの、実際のコンクリートの量です。車両上というのは、かさを含んだ量です。実際にかさばりますので、その分を含めまして1,000 立米と。

(久保) そういう意味ですか。それから3 ページの左下です。コンクリート塊の発生量ですが、トータルで占める、土木の量がだんだん建築の量に追いついています。その辺は何が要因なんでしょうか。これは、RC 土木構造物が我が国もある年代からだんだん多くなり、その取り換えというか、壊す時期にきて、どんどん廃棄物の量が増えてきたためでしょうか。そこのところをちょっとご説明いただきたい。

(佐野) 実はこのグラフは、たしか原子力研究所が何かから取ってきたグラフなので、詳しいことは私も分かりません。おそらく土木構造物の場合は供用年数が長いということなので、こういったグラフになるのかなということで、私も深いところまで把握していません。

(青木 愛知工大) 2 ~ 3 年前だったと思いますけれども、鋼構造とコンクリート構造で、1 つの橋を造るのに、環境負荷がコンクリートの方が少ない、だからコンクリートの方が有利だというデータを出されたことがあったと思うのですけれども、その辺についてちょっとお話しがありましたら聞かせてください。

(佐野) どなたかが出したという、私が出したのではないです。非常に答えにくいのです。

### 話題提供 2 に対する質疑応答

(宇佐美) それもパネルディスカッションでやりましょうか。それでは最後ですが、伊藤先生の講演に関する、質問がございますか。はい、青木先生どうぞ。

(青木) いくつかの表が出されておりますけれども、例えばパレート・オブティマムという図がありました。やはりコストというのが、構造物を作るときに、1 つの指標になると思うのです。環境ということを考えるときに、やはり何かの指標がないと、トレード・オフの関係があるので、最適値を求めるのが非常に難しい。

例えばAという状態から、Bという環境によいという状態になるというときに、非常にコストがかかるというときには、「ちょっとあまりお金がかかりすぎるからやめよう」ということになると思うのです。逆に例えば炭酸ガスなどを非常に出して、人体に、環境に非常に悪くなるときには、ご承知のように環境税というのがありまして、そういうものを負担しなくては行けない。

従って例えば製鉄所、あるいは火力発電所で、NOXなどをたくさん出すときには、要するに社会に対するマイナスのコストを負担する。何億円という集塵装置をつけても、その方がトータルしては最適な解になるというふうに持っていつているとか。

そういうふうに数量化しないと、なかなか指標化、最適値というのは難しいと思うのです。我々が環境といっても、まだ数年、この数十年で、そういった指標化するということに対して慣れていないということはあるとは思いますが、世界的には、そういったある状態に対して、環境税を取る。どういう状態に対していくらの税金を払うのかという、具体的なものはすでにある面では進んでいる。

土木構造物というのは、そういったところがまだ我々は慣れていないと思うのです。その辺のところの考え方というのを少し聞かせていただきたい。

(伊藤) 私の説明の仕方が悪かったのだと思うのですが、先ほどのガイドラインは、まさにその一例として、標準要求性能と環境要求性能のそれぞれの項目を挙げてきて、重みも全部決めて、トータルでやってやろうということです。その重みは、環境要求性能の各項目に対してアンケート等で決めるのですが、基本的には、納税者の支払い意志だと言われています。代替案が出ているわけですが、その差が出ますので、このくらいなら環境負荷が少ない方がいいだろうというのが選ばれるだろうということです。

例えば今までよく分かるのは、例えば景観に関して、そんなものにお金をかけるのは一切だめだといっていたのが、今は10%くらいかけてもいいのだと、逆にかけないと何をやっているのだと怒られる時代なわけです。それと同じようなことがたぶん環境負荷に関して、当然のことながら納税者の意識が変わってくれば許される範囲が出てくるのだらうということです。それをうまく設置場所だとか、設置目的だとか、いろいろなものに関して定量化してやろうというのが、ガイドラインの1つの考え方です。

環境税の話はこれはまた全然別として、これは現状の技術で、現在のものをどうしてやろうかという、そういう意味では政策的な話ですので、我々技術者が政策に対して提案することももちろんできるのですが、ちょっと次元の違う話になってくると思います。

それから注意しなければいけないのは、先ほど青木先生が説明されたように、コンクリート橋の方がCO<sub>2</sub>の発生量が少ないというのは、これは実際に少ないのです。原単位が明らかに鉄の場合は、大きいのです。リサイクルを何回かしてはじめて有利になるということなのですが、では全部コンクリートの橋を造るかという話にはならないので、それぞれの分野が適材適所で、造られるのですが、そのときに環境負荷も少し考えてやりましょうと。

それから技術開発にインセンティブを与えるという意味もあります。コンクリートはコンクリートでさらにCO<sub>2</sub>を減らす努力をする。鉄は鉄の橋で、努力をして、なおかつ適材適所にするのだということが、まさに環境負荷を考える目的であって、計画屋さんがやっているような、このパレートオブティマムのどこで取りましようかというのは、あまり我々技術者にとってはあまり面白い話ではないです。

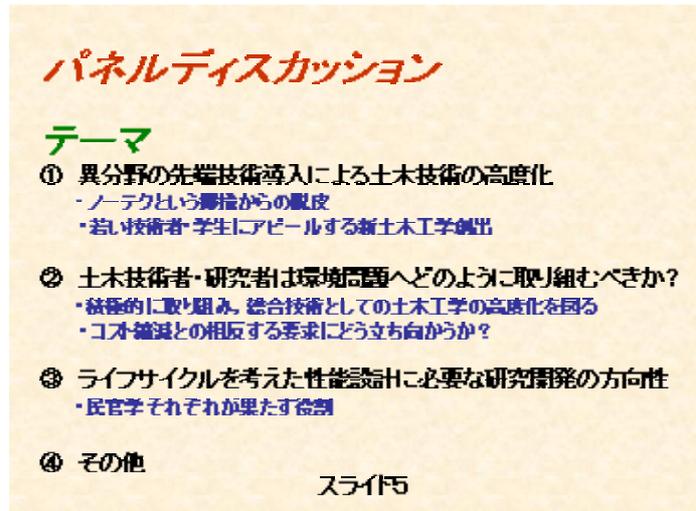
## 討論のテーマ設定

(宇佐美) ほかにございますか。無いようでしたら、パネルディスカッションに移りたいと思います。色々質問が出ましたが、これからパネリスト4名の方と、会場の皆さんの方でパネルディスカッションを行いたいと思います。お話しいただいたことを全部パネルディスカッションのテーマにしますと、とても時間内に終わらないということで、4人の方からいただきましたレジュメをもとに私が選定したテーマを、4人のパネリストにご相談をいたしまして、最終的にここに示しましたテーマを決定いたしました。

(スライド5) 1つは藤野先生からお話しがありましたが、土木以外の分野の先端技術を導入して土木技術の高度化を図り、若い技術者とか学生に今よりもアピールするような新しい土木工学を創出する必要があるというような点をディスカッションしたいと思います。異分野の方を交えた審査委員会などに行きますと、「土木はもうやることないんじゃないですか」「土木はノーテク」とかというような、色々なからかいの言葉があるのですが、もう少し先端技術を我々の方に取り入れてアピールするものにしないといけないということで

(1)を選びました。2番目は今回のパネル

ディスカッションの主要なテーマであります、環境問題を我々はどういうふうに取り組んでいったらいいかということです。先ほども出ましたが、環境負荷低減とコスト縮減というのは、相反するような要求ですが、そういうものをこれからどのように考えていくかというようなことを、特に実務家の方からのご意見をいただきたいと思います。最後が今はやりの性能設計です。先ほど福本先生からもご質問が出ましたが、これに対しては藤野先生から、話題提供の資料をご用意いただいているようですが、それを交えて民官学それぞれが性能設計を機能させていくためにどういう役割を果すべきかということを議論していきたい。4番目はその他ですが、たぶん時間がないということで、この3つにテーマを絞ってパネルディスカッションをしていきたいと思います。



**パネルディスカッション**

**テーマ**

- ① 異分野の先端技術導入による土木技術の高度化  
・ノーテクといふ懸念からの脱皮  
・若い技術者・学生にアピールする新土木工学創出
- ② 土木技術者・研究者は環境問題へどのように取り組むべきか?  
・積極的に取り組む。総合技術としての土木工学の高度化を図る  
・コスト縮減との相反する要求にどう立ち向かうか?
- ③ ライフサイクルを考えた性能設計に必要な研究開発の方向性  
・民官学それぞれが果たす役割
- ④ その他

スライド5

### 土木技術者・研究者は環境問題へどのように取り組むべきか？

今までのいろいろなお話を聞いていますと、たぶん2からスタートしたほうがいいような感じがしますので、まず2からいきたいと思います。先ほどフロアーから、環境問題に取り組むときに、解体も非常に重要ではないかと、それから鋼とコンクリートの間の環境負荷(CO<sub>2</sub>排出量)の問題なども出ました。そういうのを交えて少しご議論をいただきたいと思うのですが。

(佐野) 先ほどの解体の影響というふうなことをご質問されていたと思うのですが、ちゃんと実際に解体現場の工事計画とか、そういったところから計算したわけではないのですが、構造物のライフサイ

クルに占める解体の環境負荷の割合というのは、CO<sub>2</sub>に関しては非常に少ないです。これはあまり言いたくはないのですが、いわゆるセメント、鉄、その辺のCO<sub>2</sub>排出量が非常に大きいので、それ以外の輸送とか、施工の影響というのは、非常に少なくなります。

ただ、これがNO<sub>x</sub>とかSO<sub>x</sub>とか、そういうCO<sub>2</sub>以外の面になりますと、いわゆる建設機械から発生するNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>というのが非常に大きいわけで、かなりの影響は占めてくると思います。ちょっと定量的な数字は忘れてしまいましたけれども、少なくともCO<sub>2</sub>に関してはそれほど解体の影響はない。それ以外の大気汚染物質と言われているものに関しましては、無視できない量は発生しているというふうに考えてよろしいと。私の少ない経験ですけれども、ご参考になればと思います。

(**枚本**) 今ご返事いただいたのですが、鉄の場合は意外とうまく解体すれば、そのまま部材が使えるわけです。現実にはそれを使い回しているのは、特に仮設材というのは確実にそれをやっているわけです。ところがコンクリートの場合はどうしてもばらばらになるせいで、それをまた実を言うと古いコンクリート構造物というのは非常に固いものですから、それをばらすのにすごい機材を持ってくる。

皆さん意外と大きな塊でぶつけて壊しているというのをイメージでお持ちなのですが、実際に道路の場合はそういうことができませんので、ああいうのは大きなビルぐらいの話です。実際にはかなりの大きなコンプレッサー等を持ってきて、すごいエネルギーを使っている。

それが本当にこういうディスカッションの場でデータを見せていただいて、反映されているのかなというのが、現場でやっている人間からの非常に素朴な疑問だと思うのです。その辺をやはり我々は知ったうえで、なおかつ特に伊藤先生にもいろいろこれからもお聞きしていかなければいけないと思いますが、特に官側の方、要するに発注者側の方がどれだけそれを評価してくれるのかというのが、現場の人間からすれば非常に不安なのです。

そういうことをやはり先生方の中からどんどん出していただけたら、やはり我々も、積極的に入れるだろうと思うのです。ちょっと私のしゃべりが、テーマが広がってしまって申し訳ないのですが。

(**宇佐美**) 伊藤先生の名前が出たのですが、どうぞ。

(**伊藤**) 多分コストと環境負荷が、頭の中でごっちゃになっていると思うのです。解体コストはべらぼうにかかります。ですからライフサイクルで橋梁などを比較したときに、寿命の取り方によっては、取り換えなどというところ、そこですぐに3倍になってしまうのです。ですから非常にききますけれども、実は環境負荷は通常の言われているCO<sub>2</sub>だとかエネルギー使用量の環境負荷は、解体はやはり知れているのです。やはり材料使用の方が圧倒的に大きいのですから、直感とずいぶん違うのだと思うのです。

例えば塗装などを考えると、あれはCO<sub>2</sub>排出量は非常に小さいのです。お金は非常にかかりますけれども。そういう感覚ですので、LCCとLCCO<sub>2</sub>の違いはそこにあります。ただし、解体で非常に問題になるのは、微量ではあるのですが、非常に有害なものが出て解体できない、あるいは解体するときに、「ごめん」と言って知らんぷりして解体してしまうものがあって、昔のものは、昔の材料でよかったのですが、今は解体すると非常に問題があるものがあります。

塗装もそうですし、いろいろな部材、土木はまだ比較的単純ですので、材料がいろいろなのですが、建築の場合はミックスになっているので、そういうものも、実は環境負荷の中にきちんと考慮しなくてはならないということで、アメリカなどはLCCO<sub>2</sub>などというものは、そんなものはどうでもいいのだと言って、その他

の有害物質の方が非常に大事だという言い方もします。

環境負荷を、単にCO<sub>2</sub>だけで一元的あるいはエネルギーだけで考えるのではなくて、有害物質だとか、ほかの生物多様性だとか、そちらの方もちゃんとやればまた別の結論が出てきますけれども、LCCO<sub>2</sub>だけでは解体に対しては全体から言うと非常に小さいです。

(宇佐美) 何かございますか。どうぞ、川人さん。

(川人) このパンフレットの最後のページをめくっていただいた左側なのですが、今まさに伊藤先生がおっしゃったこととほとんど同じなのですが、やはり使われる段階で、例えば廃土が少ないだとか、長寿命であるとか、廃棄物が低減するとか、そういったいろいろなことを考えたうえで、本当に環境負荷が低いかどうかというものを検討するというのがライフサイクルの目的だと思うのです。

ですから先ほどご質問がありました、素材の製造段階の環境負荷のみの比較で、どちらがいいのですかということは、本来の目的ではないと考えています。いわゆるライフサイクルシンキングという考え方ですが、製造段階で増えたとしても、維持・メンテ段階、供用段階で減って、全体として減ればいいではないか、全体最適化のために何を開発し改善していくかという考え方を志向すべきと思います。長寿命化もそうですし、廃棄物量が減るといこともそうですし、そういったようなことを考えていくためのツールであると我々は考えていきたいと思いますので、すぐにある断面だけを区切って、その中で「こっちが上よ」「こっちが低いよ」といった方法でいくのはちょっと方向性を間違える危険性があるのではないかと思います。

(宇佐美) ありがとうございます。解体ということでお話しをいろいろ議論していただきました。2番目のテーマについて、それ以外の視点から、少しこういうことをディスカッションしたいというようなことがございましたら、福本先生どうぞ。

(福本) 土木の技術者に環境マインドの人を育てるということは、一番手っとり早いのは、大学あるいは高専における教育かと思うのです。そうすると、今のケーススタディで、例えば構造に対してCO<sub>2</sub>がどうのという、あらかじめその構造をまた教えておかなければいけないので、学生にとっては二重苦になるかと思うのですが、その辺の、環境マインドを育てるというのは、大学あるいは高専の教育でいったいどういうふうにやればいいのか、あるいははしかるべくそういうテキストが出ているのか、その辺はいかがでしょうか。

(宇佐美) 非常に大事な教育の問題ですが、これは藤野先生からお答えいただくのが適切でしょうか？

(藤野) 当然名古屋大学が先鞭を切っているでしょう。

(宇佐美) そうですか。では伊藤先生から行きますか(笑)。

(伊藤) 私も回答がないのですけれども、もちろん特別講義だとか、講義の中で一部は触れますけれども、まだ科目として、土木には実はちゃんと入っていないのです。あるいは体系化もされていませんので、お話しとしては、特別講義などでは、4年間をみればずいぶんやっていると思うのですが、それを体系化してどうこうというのは、まだ我々が技術者としても悩んでいます。また、いろいろな本は出てきましたけれども、非常にトピック的で、断面的で、普通の人が使って環境教育をできるようなレベルにはなっていないのだと思います。非常に残念ですが。

(福本) 先ほどのローテクの揶揄からの脱皮というところをお願いいたします。それと今環境というのは、バイオとかITとか、そういう1つの大きな柱になっています。そういうところに土木技術者が入り込んでいくということも必要なだけけれども、それをどういうふうな形で入り込ませてもらえるのか。

(山田 名古屋大学) 2年ほど前に環境学研究科というところに形だけではありますが移っております(笑), 名古屋大学の山田でございます. 今伊藤先生がちょっと言われたように, まだ環境学でも解は持っておりません. ただ1つの方法として, 土木分野を卒業した人が, 環境学研究科に行きまして, 理学系の方とか, 文系の方とかあるいは化学系の方とか, 同じ机を並べて, 同じような講義を聴く. パラエティはかなりありまして, 土木だけではなくて, いろいろな環境に関する, 今伊藤先生がおっしゃった通りで, まだ総花的にいろいろな分野の人が来て, 勝手に話をするというようなところでして, まだ統一されたテキストに基づいてカリキュラムが組まれているわけではありませんけれども, そういう方向に今動いているのは確かです. 10年ぐらいすれば解が出るのかなということです. 来年3年目が終わりました, 評価を受けることになっていますので, そのときの結果をまたご報告したいと思います. あまり答えになっておりませんが.

(宇佐美) 久保先生どうぞ.

(久保) 私ども名城大学は, キャンパスが3つ別れておりますが, 2年前にISO10000を取得しました. このつい最近も定期審査があり, そこでは, カリキュラムの中に環境に関したどういう学科目を開講し, どういう学生がどの程度その科目を取ってかを証拠残しと言うか, ファイル化して, だんだんそれを持続的にいり, これから社会を担っていく学生に大学の使命として環境の重要性の啓蒙を行っている. 従って, 大学がISOを取得することによって, 1つの役割を果たすのかなと思います. ですから, 大学のキャンパスの中の問題もございまして, それ以外にごみ問題だとか教育上に役立つ問題があると私は思います. それで特に名城大学は2年前に高等学校も含めまして, ISOを取りました.

(宇佐美) どうぞ, 藤野先生.

(藤野) 私は環境というのは専門でも何でもないのですけれども, 思うことは, もちろん環境というと化学の先生や生態系の先生ほかいろいろやられるわけです. 土木というか, 社会基盤の強いところは, 日々のエンドユーザが一番近いところにおいて, 地球レベルのところまで関心を持ち, 水を触り, 土を触り, 人々の生活を触っているというところかと思えます. 環境というのは極めて総合的であり, 先ほどの伊藤先生が言われたように, いろいろな要素のバランスを考えていかなければいけない分野なので, 視野と対象が広い土木の人には向いているサブジェクトなのかなと思っています.

といて, 東京大学でどれだけやっているかと言われると弱いのですけれども(笑). うちも新領域創成という名称の新しくできた研究科の中に環境学専攻というのを作っております, 社会基盤の人や, 建築の人も含めて, 幅広くやっています. 今は環境, 環境と言って特別扱いしていますけれども, いずれそれは当たり前のことになり, シビルエンジニアリングの一部になるようなふうになるのが望ましいのかなと思います.

(宇佐美) 金沢大学の事例などはどうですか.

(梶川) うちはもともと環境も衛生とかではなくて, 化学工学の先生が何人か来られて, ごみとかそういう廃棄物とかは結構教育してまして, それがどう反映されているかは分かりませんが, 卒業生は一応話を, 学生はよく聞いて, ごみなどはよく勉強しているはずで. それがどういう結果に出ているかどうかは分かりませんが.

(宇佐美) ありがとうございます. 今お話を伺ってまして, アメリカで出てきましたLRFDという設計法に関する話を思い出しました. LRFDは荷重抵抗係数設計法ですが, あの設計法が示方書に採択されてからもう十年以上になるとは思いますが, 許容応力度設計法に全面的に変わるまでにまだだいぶ時間がかかるとい

うことだそうです。それはどうしてかという、LRFDの教育を受けた人が社会に出て、古い許容応力度設計法で教育を受けた人に代わって第一線で活躍するところまで時間がかかるということで、あと10年程度は必要だと言うことです。この事例のように教育の問題というのは非常に大事であるが、成果が出るまで時間が必要だと言うことです。

(山田) 今度はパネリストに質問でございます。環境負荷の関係で言いますと、更新、あるいは建て替えなり、作り替えによる負荷はものすごく大きくなります。先ほどの解体までは大したことはないのですが、それにまた新しい材料を加えますと、ものすごく大きな負荷がかかります。そうしますと、川人さんの話は、鉄のリサイクルは30年で作り替えていくと、100年後にものすごくストックができるというような話でした。私は、鋼橋は30年ではちょっと短すぎる、ではコンクリートは何年もつか、といった議論がどうしても必要になってくるだろうと思います。

今度の道路橋示方書の改訂では、設計寿命100年というターゲットが出てまいります。今100年以上の橋は、鉄道橋を主体にたくさん残っていますが、道路ではほとんどないという現状で、その辺の将来見込みのようなものと、それを長くすることによる環境負荷低減というのは、どういうふうなビジョンがあるのかというのを少しお聞きしたいと思います。どなたでも結構です。

(宇佐美) 長寿命化による環境負荷低減のビジョン。その辺のところはどなたか、伊藤先生が得意なところから(笑)。

(伊藤) 私はやっていますけれども、山田先生もよく結論はご存じだと思いますけれども。長寿命化というのは、建築・土木分野でも、これが環境負荷を減らすための非常に重要な技術だというのは、これはコンセンサスが得られていると思います。

ただし、一部の計画学系の方はそうは言いませんで、30年で取り換えた方が、ディスカウントレート(割引率)を考えると、将来の価値は現在価値に比べると小さいですから、その方がいいという人はいます。通常の構造技術者は長寿命化が非常に環境負荷を減らすためにいいことだろうと言っています。

それから現実の問題として都市部であれば、もう壊せないという状況があって、長寿命化をし、なおかつコストを少なく、環境負荷を少なくする技術がまさに、その開発をするのが今の方向だというふうに言われています。それ以外はどうだと言われるとちょっと困るのですが、そういうコンセンサスは、取りあえずは環境を少し研究している人は皆さんこう言われますので、我々が今までやってきたことの方向性というのは間違っていないと思います。

(宇佐美) パネリストの方、何か付け加えることはございますか。川人さん、何かありますか。

(川人) 難しい質問です。

(宇佐美) どうぞ、事口先生。

(事口 大同工大) 川人さんにちょっとお聞きしたいと思います。先ほど国をつくるために、鉄をつくると。もう100年たったと。八幡製鉄からありました。100年たちますと、最近では製鉄メーカー、製鉄会社がもうクローズされているというところが少しずつ出ているわけですが、製鉄メーカーが、鉄工所がクローズされると、非常に大きな環境問題が生じると思うのです。というのは、もう80年、70年、高炉で動かしますから、そういうものがクローズされたあとは、なかなか解体はされていないのが現状だと思います。理由ははっきり分かりませんが、やはりダイオキシンの多いのだと思うのです。容易に、すぐに解体していないのが

僕は現状だと思います。実は私の大学の近くにある製鉄メーカーがクローズされました。もう3年になるのですけれども、お金がかかって、もうそのままです。非常に住民の方からも不平不満があり、私どもの大学でも、NPOでも作って、そういうものの解体はできないのかどうかというようなことまで考えて、今名古屋市だとか、そういうところに問いかけているのですけれども、なかなかうまくいっていないというのが現状です。同僚の鉄を供給する会社として、そういう現状があるということは知っておられると思いますけれども、そういうような現状に対して、何かいい策がありましたら、お教えしたいと思います。

(宇佐美) 川人さんどうぞ。

(川人) クローズした後の解体という場合、跡地の利用問題などもあるのかと思うのですが、1つ今静脈物流というのが動いていて、日本の製鉄所は多くが海岸地区にありますので、港湾整備がされています。その辺を静脈物流のインフラとして、港として使っていくというようなことで、弊社の場合も、いくつかの製鉄所でそういうものを使って、有効に新しい機能として生まれ変わろうという動きも出てきております。時間はかかると思いますが、静脈物流の世界の中でまた活用していくという動きが出てきていることをご報告します。

(田代 - コペルコシステム) 神戸製鋼の試験研究をやっている、コペルコシステムという会社で、今のダイオキシン測定をやっています。皆さんに誤解を与えないために、製鉄所で作る場合、ダイオキシンはほとんど発生しません。ですから、製鉄所の敷地にはほとんどダイオキシンは残っていません。それだけ、皆さんに説明しておきます。

<川人註：製鋼用電気炉及び鉄鋼用焼結設備はダイオキシン排ガス規制対象施設になっています。但し、規制値を満足する設備となっています>

## ライフサイクルを考えた性能設計に必要な研究開発の方向性

(宇佐美) まだ、ご発言があるかと思いますが、時間もどんどんなくなってくるので、今度は3番目の方に行きたいと思います。先ほど福本先生から、道路橋示方書が性能設計スタイルに移行したということで、大学でどういう研究をなすべきか。それから民・学それぞれの役割ということをご議論いただきたいと思います。藤野先生が資料を用意されているということですので、それをお話しただいていきたいと思います。

(藤野) 平成14年に道路橋示方書の改訂がありまして性能規定化を導入したものが出されました。いま、次回の改訂の議論が始まっております。示方書のお世話は、日本道路協会の橋梁委員会が担っていますが、その中に企画調整委員会というのがあります。示方書改定の基本線を提案する委員会です。この委員会はこれまで国土交通省の人が代表、つまり本省の国道課長が委員長をつとめてきたのですが、大学人である私にやれと言われて、今土木研究所にいる西川さんが助けてくれるという約束で引き受けることにしました。少しずつ検討を開始しております。ここは、皆さんから希望というか、あるべきだというようなご意見をお伺いするいい機会かなと思うものですから、ちょっとお話し申し上げます。ただし、議論は始まったばかりでして、以下に述べることは、私の個人的な意見、希望ということでお聞きいただきたく思います。すべては橋梁委員会での議論を経て決まるわけで、今は全く白紙の状態ですから。

当然、性能規定化をさらに徹底するというのが基本路線としてあると思っております。性能規定化された示方書のもとで、皆さんが性能設計をされているのかということ、なかなかそうもなっていないのではないかと思います。また、歴史のある橋梁ですし、ほとんどの橋はスケールの小さいものであり、そうする必要がないケースが大半かとも思います。問題なのは、そうやろうと思っても施主の理解不足のためにできないときかとも思います。性能が満たされていることを誰が認定するのかという問題です。新しい考えが導入された場合などでは施主が判断するのが難しいからです。認証機関みたいのが必要になるのです。性能規定化というのは示方書だけの問題ではなくて、社会システムの問題も多分に入ってくる問題と認識しております。示方書の性能規定化を徹底するという事は、多分に示方書の周りの、我々の社会システム、例えば建築ですと、建築センター等があって、相談どころのようなものをちゃんと用意しないと、なかなか普通の人は踏み切れないのだと思います。

僕は「責任ある自由」と書いたのですが、それを可能にする、示方書の中の問題と外の問題も合わせて考えていかなければいけないと思っております。

もう1つは、今まで鋼橋編、コンクリート橋編とか共通編はありますが、これだけ維持管理の問題が大きくなってきているにもかかわらず、維持管理を体系的に記述したところが示方書にはまだありません。維持管理にかかわる契約の問題から始まって技術の原則をある程度まとめたルール的なものを作成しておくべき時期かと思っております。岐阜などでも耐震補強工事に関していろいろ報道されましたけれども、その辺も、維持管理の原理・原則がないために起きた面があるかと思えます。維持管理は、鋼もコンクリートもないわけですから、鋼橋編とか、コンクリート橋編の中に入れるのではなくて、維持管理編のようなものを示方書に入れたらよいと個人的には思っております。

また議論を始めたばかりであり、どういう形になるか分かりません。便覧みたいな形でまず入れるのがよいと言われ方もおられます。国土交通省は別途、インフラ全体の維持管理憲章的なものを作る動きもありますのでどうなるかわかりません。ただ私としては、土木構造物の中で維持管理がもっとも必要なのは橋梁であり、示方書の中に入れたいと強く思っている次第です。

それから、実態に合った照査です。許容応力度設計法というのは、作るためには簡便な設計法だとしても、やはり実態の荷重などとかかなりかけ離れたところで設計していることは事実です。それを補うためにいろいろな修正し、問題が起らないように設計のなかでいろいろなしぱり入れるようなことをやっているとしたいと思います。実際に合った照査法ということでは、荷重でも何でも、部分安全係数的なものを入れざるを得ないでしょう。

疲労については、すでに活荷重応力の300%というのをを使って照査していますから、道路橋示方書疲労設計便覧もすでに荷重係数法的な考え方に移っていることと見ることができると思います。つまり3倍の荷重が通るということを少なくとも陰に認めているわけです。

コンクリートでは耐久性というのがかなり前面に出て、照査する体系になっています。一方、鋼部材は耐力で決まっているのがかなりです。耐力も大事だけれども、実際には使ってみれば耐久性が大事で、耐久性をどういうふうに照査するような体系にできるかはポイントの一つです。

今だいたい7年に1回ぐらいのサイクルですか、示方書が改定されています。「7年先に変わります」と言われて、皆さん、「へえ、7年も変わらないのか」というリアクションの方が多いのではないかと思います。

部分的にも早く、たとえば2,3年後にだせないかというようなことを漠然と考えております。

今日の話に関係することとしてLCCというのがありますが、それを入れたいということで、西川さんが頑張ったと聞いております。しかし、LCCをいったいどういった形で示方書みたいに入れようとしたのがまだ僕はよく分かりません。もちろん今日お話しにあった、環境負荷、いろいろなバランスで決めるのだというのは分かりますが、これをどういう形で示方書の中に入れられるのかなと。

LCCに関しては、私も道路公団の古い橋などがどんなふうに入っているのかを調べたことがありますが、資料がなくて、なかなか大変でした。今、広く行われているLCCというのは、床版50年、何の寿命は何年、こういう話ばかりです。実態に本当に合っているかどうか誰も分からなくて、あれで示方書には入れられない気がしてます。LCCのプロセスを大事にする、つまり概念のみを入れるというのがありますが、どこまで具体的なところまで基準で書くのか、同じような問題が環境負荷にもあるのかなと思っています。

あまり小さい範囲で環境負荷を言うと、道路ネットワークみたいなものを議論しないで、1個の小さい単体で環境負荷を議論することになり、全体の最適化にあまり寄与しないだろうし、難しいところです。示方書の中でLCCとか環境負荷をどういうふうに入れていくのかということに対して、私自身がしっかりしたアイデアを持っているわけではなくて、伊藤先生とか会場の方のご意見を伺えればと思っています。

ともかく、前回の改定するとき、国総研の西川さんが性能規定化にむけて大変苦労されました。途中、体調を悪くされたとも聞いております。図太い大学の人にやらせたほうがよいというので私のところに回ってきたのかなと思ってますけど(笑)、僕がそれに耐えられるかどうか分かりません。でも頑張りたいです。

今日、ここに来ておられるのは、道路橋示方書を普段使っておられる方が多いと思います。示方書全般に関して、ご意見を伺えればと思った次第で説明させていただきました。また長くなりまして、申し訳ありません。

(宇佐美) どうもありがとうございました。それでは3番目のテーマについて、今の藤野先生からの道路橋示方書の性能規定化の方向を踏まえて、ご議論いただければいいと思いますが、どなたか口火を切っていただけますか。どうぞ青木先生。

(青木) 一番最初に藤野先生がお話しされたことに関係しているのですが、今日はSGSTの25周年という、最初に福本先生からもお話しがありましたように、ヨーロッパとかアメリカから比べて、日本のいろいろな優秀な人がたくさんいるのですけれども、大学のいろいろな研究は、道路橋示方書とか、そういったところになかなか反映されないし、大学の研究も、みんな自分のやりたい放題やるという感じです。

ちょうどSGSTが始まったときに、ECCSでヨーロッパの各国が共通の示方書を作り始めました。そこで、柱の実験をECCS参加国分担してやったわけです。国際会議に行きますと、ドイツ人とかフランス人、みんなものすごく個性が強くて、自己主張をするのだけれども、ヨーロッパで全部でまとまった共通コードを作ろうというふうに行っているのです。

日本に帰りましたら、もう、各大学ばらばらで、自分の大学はこうやってやるのだということで、先ほどのお話を聞いて、非常に素晴らしいと言いますか、いい方向にこれからなるのではないかという気がするのですけれども、ぜひ今福本先生とか、西野先生が、25年前にいろいろご努力されて、国内をまとめようとしたので、今後は藤野先生、宇佐美先生が国内のトップでやっておられますので、ぜひその辺のところを、国内の各大学のいろいろな力をまとめてやっていただきたい。

具体的には、例えば柱の例で、柱はもう全部終わっていますけれども、例えば各大学が分担して、この種類

の柱は北大でやるとか、この部分は九大でやるとか、それを全部まとめて、日本の共通のデータとする、あるいは数値計算を行う。それをまとめて日本のコード、あるいは東南アジアのコードと共通コードでもいいですけども、そういったことでまとめていくという方向をぜひやっていきたいということです。

もう1ついいことは、川島先生、それから大塚先生です、国交省の偉い方が大学に行かれたこともあって、国交省と文科省と、そういった交流がなされるようになってきています。藤原さんもそうです。そういう形も進めて、ぜひそういった省の壁を取り払って、国内の大学の力をまとめるような方向でやっていただけたらと思います。

(宇佐美) 色々な所にある成果を取りまとめて示方書等に反映できるような体制を作ってほしいというようなお話しかと思いますが、それに関してパネリストの方から、どうですか。藤野先生、何かありますか。

(藤野) 荷重抵抗係数設計体系について言えば、今、道路橋には特定の部分ですが損傷がいろいろ出ていますし、実態の活荷重も調べるとかなり設計荷重よりも大きいものになっています。損傷はだいたい軸重を受けるところに集中しており、長いスパンは普通の場合、問題は何も起きていない。荷重抵抗係数設計にすると長スパンの設計がすこし緩くなりますが、前回の改訂から、疲労も照査事項に入っていることから、荷重抵抗係数設計、すなわち部分安全係数設計体系に変えてしまっているのではないかと考えています。

示方書改定の体制の件ですが、これまでは建設省、特に土研の方が中心となって、公団の方を巻き込んで、改定のための作業をしてきました。もうそのスタイルは限界かと感じています。時代の流れの中で、役所にも公団にも橋梁屋と呼ばれる人が非常に少なくなっています。国土交通省の土木研究所と公団のエンジニアの協力体制の中でかつてはやれたと思うのですが、現在は検討項目も多いし、皆さん大変に忙しいし、やはり難しいと思います。学の方を巻き込み、また学の方にいろいろお願いする形になると考えております。

(宇佐美) そうすると官の側からは、積極的に大学の成果を取り入れるという姿勢というのは、以前に比べて、だんだん見えてきているというお話しですか。

(藤野) 官の方はというのは、官のどのくらいのクラスの人を相手にするかなのですが(笑)。それから橋梁委員会という、偉い人たち集まりの場もあるわけで一概には言えませんが。ただ、若い官の人は、自分たちの技術はもうちょっと追いついていないという意識をお持ちのようです。率直なところ、技術的な面では我々の方にリードしてほしいと感じております。示方書ということで、ただいろいろ行政的な問題、政治的な問題とかあるでしょうから、官、民、学の協力体制が望ましいと思います。ともかく、最大の効果がでる、効率的な方法で臨みたいと思っております。

(山田) 国の動きを、我々がそういう形で聞くというのは非常にありがたいことで、早くやっていただきたい。私は去年の示方書改訂の前から、とにかく疲労が入るというのを聞いてわくわくしていました。それまでの道路橋示方書では疲労を考えなくてもよろしいというような条文がありました。あれは取り扱いを間違っていて、通常のプレートガーダー橋で照査したら、OKであったという照査を一度やっているのです。それがあある時期から、疲労照査しなくてもよろしいというように誤解されて、何もしなくなった、勉強しなくなった、ということがありました。

去年の改訂で疲労の項目が入って、それが少しずつ生きてきているかなと言った感じです。多分役所の方が理解するのはまだ5年ぐらいかかるかなという気はしておりますが、入れるだけでものすごく違いますし、たぶん会計検査のようなことを考えたときに非常に大きな影響があります。

同じように今度は維持管理編ができますと、それが非常に影響が大きいだらうと言う気がします。特に実際にそれを運用する道路協会の人ではなくて、うんと下の事務所で実際にタッチされる方に対する影響が大きい。

私はそのときに、今の荷重係数設計法というのが非常にメリットがあると言いながら、なかなかそれが使われない理由の1つに、やはりこれまでに作った橋というのはちゃんと生きているよと言うことがあると思います。藤野先生がおっしゃったように、床版に損傷が出てくるのを荷重係数で考えていくと、ずいぶん違った維持管理の方法になってくるのですけれども、橋の維持管理の現場では、やはり道路橋示方書で全部やってしまうのです。そうすると、いろいろな理由で、主桁に過剰な補強をしたり、あるいは床版が不十分な補強になったりするケースも出てきます。そういう意味で、今度の維持管理編では、実態荷重に即したような、それに係数をかけたような考え方で、維持管理の照査法というのを作ってしまったらいいかというふうに、前から強く思っていました。ぜひよろしくお願いたします。

(藤野) むしろ僕が聞きたいのは、LCCというのを西川さんが考えて、どういうふうにして入るのか。環境負荷が10年後、5年後、どういう形で、道路橋示方書の基準になるのかというのを、将来的にどういう方向に行ったらいいのかというのが分からないのです。だから、伊藤先生にお伺いできたらと思ったのです。

(伊藤) ガイドラインにはもうかなり明確に書いてあります。いわゆる定量化できるものと、定量化できないものも全部入れてです。LCCO<sub>2</sub>であれば今やろうと思えばすぐにでもできますので、そういうものをライフサイクルに考えなさいということ是可以します。ただ重みなどは、示方書で決めるわけにいかないの、場所だとか施主だとかいろいろありますので、そういう意味では、性能照査設計というのは、非常にフレキシブルですので、そういう項目も入れなさいという形にしておけば、逆に言うと、競争で、どういう形で入れたらいいかというので、代替案をもってきますので、それで選べる形になります。従来型の示方書の中に入れると非常に大変ですけれども、性能照査型設計であれば、比較的そういうものも配慮するということで、施主側ともうまくいきますし、技術者の役割もずいぶん、そういう意味では技術力が高まると思いますので、大丈夫だと思えます。

(藤野) 性能照査型示方書は、極論すれば何も書かないということだし、極論すれば仕様規定に近いものでしょう。どこかに落とすところを設けなければいけないわけです。また、示方書というのは、よい意味でバイブルでなければいけないし、ベースになければいけないと思います。それでなければ示方書なんて、何のためにあるか分からないのではないのでしょうか？ それをどこらへんまで規定するのが望ましいのかというのが、まだ分からないと言うか、少なくとも僕はまだ。

(伊藤) まだこれからでしょう。このガイドラインも全然まだ受け入れられているわけではありませんので、そういう意味で受け皿委員会もありますので。コンセンサスがどこまで得られるかです。ただ、無視するわけにはいかないです。

(藤野) 先駆的に田邊先生を中心に、今またアフターケアをしておられるわけだけでも、ほかの、例えばヨーロッパとかアメリカとか、それはどういう動きでいくのでしょうか。

(伊藤) ヒアリングすると、全くなしです。構造設計に関して環境負荷というのを、そもそも入れなければいけないというふうに考えている土木分野の人はほとんどいません。建築分野はかなり意識が出てきています。建物はです。土木構造に関しては、実際にやっている人に聞いても、初めて聞くというような、だから下手すると日本よりも遅れている部分もあります。

(藤野) 状況はよく分かりました。ありがとうございました。

(宇佐美) 昨年メルボルンで、田邊先生が、この方法を発表されて、非常に強いインパクトがあったようです。さて、少し時間をオーバーしましたが、ちょっと私自身、1番目のテーマに非常に興味があります。藤野先生から非常に面白い話をしていただいたのですが、これについて少しだけ時間をいただいて、皆さん方からの討議をお願いしたいと思うのです。特に若い人から、大学の先生に対する要望とか、何かありましたらありがたいのですが、いかがでしょうか。

(館石 名古屋大学) 私もこれ、異分野の先端技術導入に非常に興味がありますし、大事だと思っているのですが、ただ、これは私の感想なのですが、残念ながらいろいろなことをやろうと思って、悩んで悩んで考えても、ほかの分野を見てみると、もうそんなものはとっくにやっているという話もよくあります。ですからほかの先端技術を、単に土木構造物に対して持ってきたという、単にそれだけの話になってしまうと、ある意味あまり面白くなって、逆に周りからばかにされるような話になってしまうかもしれないので、なるべく早い時期に、土木工学から発信できるような、先端技術ができるといいと、常々思っています。

それも含めて、青い字の2番目で書いてあることですがけれども、若い学生にアピールする新土木工学なり、新構造工学というのは、確かに大切だと思っています。先ほどの2番目のテーマとのからみになりますけれども、環境問題へどう取組むべきかというところで、例えば長寿命化は環境ではないのかという議論がありましたが、私もちょっと考えてみるとそういう長寿命化をするとか、あるいは宇佐美先生が一生懸命考えられて、大きい地震にも耐える橋脚を作ったとしたら、それは広い意味では環境に対しては貢献しているわけなので、広い意味での環境問題として、どうしてPRしていかないのかという気がしていました。

もちろんそれだけで環境問題をすべてやっているわけではないので、もちろんプラスのところはそれなりの強いPRが必要ですが、従来我々がやっているところ自体も、環境にからんでいるのだということを、もう少しPRするような格好で、若い方たちあるいは一般市民の方たちにアピールしていかなければいけないのではないかと考えております。

藤野先生には、プロジェクトがもうなくなったから若い人はかわいそうだとよくおっしゃっていただくのですが、その点も含めて、今後どういうふうにして、私もちょっとそろそろ40歳にさしかかりますので、そういうことを考えるようになったのですが、どういうふうに学生にPRしていったらいいかというところを、何かご提案でもありましたらお願いしたいと思います。

(宇佐美) 藤野先生、リクエストですので、まず一言。

(藤野) 名古屋って厳しい意見が出てくる場所です。でも厳しい意見を歓迎します。まず、僕、というより、うちの若い人がやっていることは、ほかの分野のものをポロツともってきているものではありません(笑)。年取るとだんだん自慢っぽく話すのでそう聞こえるのかもしれませんが。例えば風の予測に関する研究に関して言えば、ほかで競争になるようなことをやっているところはいないので。結局、土木だからローカルな地形に目がいくのです。気象屋さんというのは、グローバルなところだけを追いかけて終わりなのです。先端分野と呼ばれることをやっている人はみんな同じようなことをやっているけれども、先端だというグループだから守られているだけなのだと思います。それがあつ時期がたてば先端ではなくなるのです。僕らには目の前にユーザーがいます。環境では地球という相手がいいて、それに対して答えを出すという役割を担っているわけです。そこにいろいろな技術を適用し、独自の工夫して何か成果を出せばそれはもう僕はオリジナルだと思う。

技術を使えるようにするということは大変にエネルギーと工夫がいることなのです。

光ファイバーなどをやっている人はたくさんいます。そういう人たちの狙い・対象は何かというと、社会基盤です。彼らも社会基盤をやりたいのです。でも彼らには社会基盤が分からない。だからセンサーだけやっているわけです。僕らは現場を持っているから、それなりのまた新しい工夫ができるわけで、それが強みだと思います。

先ほどの最後の質問に対して、本当に大きなプロジェクト、いわゆるマネーで言う大きなプロジェクトはやはりそんなにないだろうと思います。維持管理編を作りたいということのは、維持管理を技術として認知させたいということでもあるわけです。技術を使うところというのは、知恵が必要で、エキサイティングなものなのです。ただ出来るものが、レインボーブリッジのようには大きくないというのがあるのだけど、楽しめる場がある、知恵の必要な場があるということをちゃんと若い人に知らせてあげないといけないと。また、さらに言えばフィーと言いますか、対価が払われるシステムが大事なのだと思っています。それでないとやはり面白くないですね。

「面白い」ということに関していえば、先生方が今自分がやっていることを面白いと思っていなければ、それをやらされている学生が面白いと思うわけがありません。若い人に面白いと思わせるには、さらに努力をしないといけないと今、思っているんです。僕が何か委員会とかプロジェクトをやるときにはなるべく若い先生、や若いエンジニアに入ってもらうようにしています。今、道路公団の委員会に行くといけない教授しか委員がいませんね。そういうことにはならないようにやろうと思っています。

若い人は私にいくらでもコメント、批判していただいてよいと思います、うちの研究室ではいつも若い人からいろいろと僕は言われています。帰れば肩身の狭い思いをしているわけです（笑）。

（宇佐美） ありがとうございます。もう1つぐらい何かコメントがありますか。

（杵本） 今、藤野先生におっしゃっていただいたように、建設というのと維持管理も含めて、維持管理の方は非常に正直なところ楽しいというのか、高度な技術がいります。1つの専門だけでは絶対にやっていけない、いろいろな技術を身に付けないと、特に直しという世界はできないし、さっきちょっとお話ししたように解体というのも実は非常に特殊な世界です。

そういうものをやはり示方書の中でうたっていただけというのは、非常にありがたいし、私も30年こういうことをやっていて、藤野先生に頭が下げざるを得ないなと。あの人のことですから、胃潰瘍にはならないだろうと思いますし（笑）。

そういうことでいくのですが、(1)の世界で、実はいろいろな新しい技術、例えば山田先生と梶川先生と、具体的に言えば金属溶射の話を進めてまいります。実際に福岡の高速道路で溶射が10キロの工区を全部やってくれている。そういう技術を私のやっているようなメンテの世界に持ち込もうとしても、なかなかこれは採用されない。

要するに逆に言えば、我々がというよりも、大学の先生も含めてですが、管理を実際に実務でやっている人たちにいかに教育していくか。若い人たちの教育もいるのですが、そういう実務の第一線におられる方に、どう我々が教育していくかというのも、大きなテーマだと思います。

1つはそういう努力も当然、むしろ私は役所に言ったらほとんど齧っているみたいになるのですが、たまたま梶川先生なんかのご協力を得まして、大学で維持管理をしゃべっています。さっき、宇佐美先生がお

っしまったように、こういうものは学生にしゃべっていきますと、すぐ期待できないのです。だから15年、20年先に何とかなるという、自分の気持ちを持たないとなかなか学生にしゃべれないと思っています。それ  
でできる機会がある限りは話をしていこうと思うのですが、まずそういう若い人たちだけではなしに、やはり  
今直面している現実がありますので、そういういろいろな実務を担当している人たちに対しての教育も何か必  
要じゃないかなというコメントを考えているわけです。そのためには、示方書の中に入れていただくというの  
は、非常に素晴らしいことだと思うので、よろしくお願いたします。

## パネルディスカッションのまとめ

(宇佐美) ありがとうございます。今のお話が今日のパネルディスカッションのまとめになってしまった  
ような感じです。

もうほとんど時間がございませんのでまとめをしたいと思います。今日のお話の直接のまとめではないの  
ですが、4人のパネリストの方からいただいたレジュメ等でまとめたものがありますので、それを使います。今  
日のお話と余り相違はないと思います。前半は飛ばして、今後、「土木技術者・研究者が持たないといけ  
ない視点」を今日のまとめとして示します。

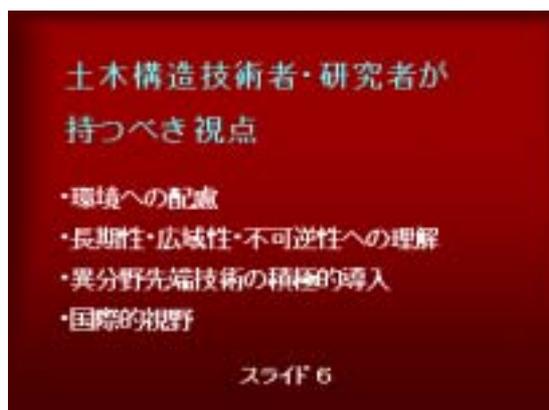
(スライド6) 第1にこれからの土木技術者・研究者  
は常に環境への配慮が大事だということです。この視点  
を持たない企業は淘汰されるであろうという声を聞きます  
し、最近国土交通省が力を入れている総合評価落札方式  
では、環境負荷低減も落札の評価のポイントとしてカウント  
すると聞いています。これについて、大学・高専での環境  
に関する教育の重要性がフロアーから指摘されました。

第2に、土木分野は機械・自動車等とは異なり非常に長  
期かつ広域にわたる構造物を取り扱うことで、それに対す  
る理解が必要であるということです。そのために、建設時の構造物単体の議論ではなく、長期間(100年に  
亘るライフサイクル)の、さらにネットワークとしての議論が必要であるということです。さらに、藤野先生  
から“はこもの”だけでなく、その周辺の研究も大事と言うことで、風に関する広域からローカルへのズーミ  
ングに関する興味あるお話がありました。

3番目は時間がなくて議論が中途半端になってしまいましたが、異分野の先端技術を積極的に土木工学の方  
に導入して、土木工学を魅力あるものにしないとイケないということです。これは我々、大学・高専の教官の  
責務でもあるかと思えます。それに対して、ただ単に異分野先端技術を取り入れるだけではなく、土木の方  
から発信していくことの重要性がフロアーから指摘されました。

最後の4番目は、時間の関係で飛ばしてしまったスライドの中にありますが、国際的視野を持つ必要がある  
ということです。設計規準はWTOの関係で国際基準に適合しないものは近い将来使えなくなる可能性もありま  
す。限界状態設計法に基づく性能設計の整備の必要が叫ばれている背景もそのようなところにあります。

以上が今日のパネルディスカッションでご議論いただいたことのキーワードに成るかと思えます。



最後に非常に長時間にわたって、講演と討議いただきましたパネリストの方に拍手をお願いしたいと思います。（拍手）

これで、「土木構造物と環境」と題するパネルディスカッションを終わりたいと思います。どうもありがとうございました。

（塩見）コーディネーター、それからパネリストの先生方、それから活発にご討議いただきましたフロアの皆様ありがとうございました。これをもちまして、パネルディスカッションを終わりたいと思います。

最後にSGST常任理事で、今回の実行副委員長、小澤一誠日本車輛製造株式会社、鉄鋼本部設計部長より、閉会のごあいさつを申し上げます。

（小澤）本日はSGST25周年記念シンポジウムにご参加いただきまして、ありがとうございました。また日頃からSGSTにご協力をいただいております、大変ありがとうございます。このシンポジウムは昨年の春にSGST前代表でございます、塩見実行委員長の発案でやってみようかということになりました。快く講師を引き受けていただきました会員外の諸先生方、さらには宇佐美教授や伊藤教授をはじめとするSGSTの常任理事の方々、それから実行委員のメンバーならびに会員の協力により開催の運びとなり、21世紀の初頭にふさわしい「土木構造物と環境」というテーマで非常に熱のこもったシンポジウムを開催できたことに対しまして深く感謝いたします。

SGSTは平成15年度からは、大同工大の事口代表、それから灌上工業の安藤幹事長をはじめとしまして、新たな陣容でスタートしております。活発に定期研究会や見学会の開催も予定されているようでございますので、なお一層のご協力、ご参加をお願い申し上げます。

本日はこの後別室で懇親会を予定しておりますので、そちらの方でご歓談いただきたいと思います。それではこれをもちまして、SGSTの25周年記念シンポジウムを終わらせていただきます。パネラーの先生方どうもありがとうございました。（拍手）

