

**委員会報告**  
**COMMITTEE**  
**REPORT**

【委員会報告】

「コンクリート教育の可能性に関するシンポジウム」報告

REPORT OF SYMPOSIUM ON  
“PROSPECTS OF CONCRETE EDUCATION”

コンクリート委員会・コンクリート教育研究小委員会

Committee on Concrete Education, Committee on Concrete

1. まえがき

土木学会コンクリート委員会のコンクリート教育研究小委員会は岡田清委員長によって、昭和62年に設置され、今日まで活動を続けてきた。(1)コンクリート委員会と教育担当者との連携を強めること、(2)魅力ある教育を目指して現状と問題点を調査すること、(3)教育者と実務者との交流・情報交換を進め教育に反映させること、(4)示方書・指針類の教育への普及などが目的であった。この間、1989年7月に東京で、「コンクリート教育の現状と展望に関するシンポジウム」が、1991年7月には札幌で「コンクリート教育の取組み方シンポジウム」が開催され、その成果はそれぞれ土木学会論文集414号V-12、442号V-16に発表された。

今回のシンポジウムはこれらの成果を更に一歩進めて、21世紀へ向けてコンクリート教育をどのようにすべきかを、より広い視点で討論することとし、90余名の参加者をえて、沖縄県那覇市自治会館で1993年11月18日に開催した。「コンクリート教育の可能性に関するシンポジウム」と題し、当委員会があらかじめ実施した“魅力あるコンクリート工学の教育に関するアンケート”の結果をまず報告し、引き続き次の四つのテーマについて論文発表を行った。テーマは

- (1) コンクリート教育の効果を高めるための工夫
- (2) コンクリート教育の向上を目指す提案
- (3) コンクリート教育をとりまく環境の変化と対応
- (4) コンクリートの学校教育に望むもの

であった。テーマ(1)が5編、(2)が6編、(3)が5編、(4)が6編で合計22編の発表があった。

各テーマについてはそれぞれ一名の今回はじめて依頼したコメンテーターの方々から、貴重な御意見と大所高所からの建設的な御批判をいただいた。最後にシンポジウムの締めくくりとして、コンクリート教育への提言をまとめる総括討議を行った。この討議では2名のパネリスト、4名のコメンテーターから話題提供をしていただき、引き続き会場からの発言もまじえて、熱心な討議が行われた。予定の時間内ではまだまだ論議がつかせない

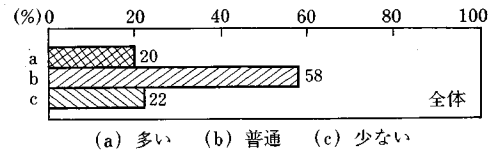


図-1 他の分野と比較してコンクリート研究室への希望者について

感があり、参加者一同の教育への熱意がひしひしと会場全体に伝わった。今後もこのような機会を継続的に持ち、コンクリート教育に関する情報交換を行っていくことの重要性をあらためて痛感した。

本報告は各セッションの概要をとりまとめたものである。(田澤栄一)

2. 魅力あるコンクリート工学の教育に関するアンケート結果の報告

2.1 教員へのアンケート結果

(1) 調査の概要

本アンケートは主として次の3点の調査であった。①卒業研究室の現状、②限界状態設計法等の教育方法の現状、③土木系学科に急増している女子学生とコンクリート工学への関心についてであった。回答を得た大学は69大学、2短期大学、24工業高専で合計95校となった。集計に当たり、国立大学、私立大学、工業高専で違いが生ずるか、都市型大学と地方型大学に違いがあるかについても注目した。ここで都市型大学とは東京都周辺、大阪府周辺、および政令指定都市に在る大学を意味している。また、地方型大学は都市型大学以外の大学を意味している。これらの分類は特に差異のあるもののみデータを示す事とする。

(2) コンクリート研究室への希望者

図-1によれば、学生の抱くコンクリート研究室に対する魅力の点において、コンクリート系教員は他の研究室と比較して決して悪くないと考えている。したがって、コンクリート研究室への希望者は普通と答えている教員が約6割いる。希望者が多いと答えた教員は、その理由に対して63%が研究室に魅力があると答えている(図

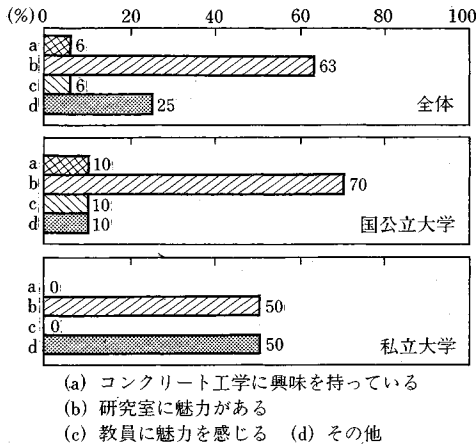


図-2 コンクリート研究室に希望者が多いと答えたその理由

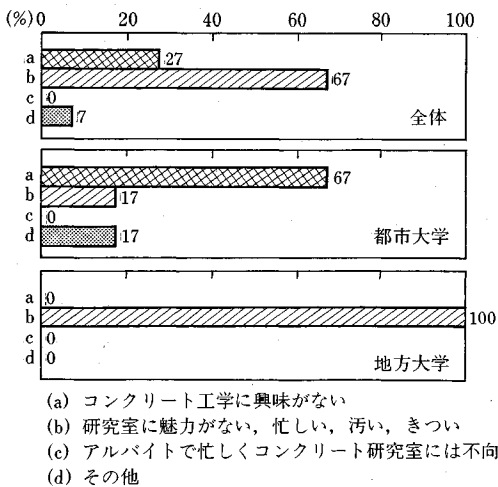


図-3 コンクリート研究室に希望者が少ないと答えたその理由

—2). 国立大学に至っては「教員に魅力を感じる」を含めると8割もある。「コンクリート工学そのものに魅力を感じている」と答えたのは国立大学でも10%で、学問より研究室の雰囲気等に魅力を持つと教員は判断している。一方、希望者が少ないと答えた教員はその理由として、図-3のように都市型大学では67%がコンクリート工学に興味を持たないと答えているのに対して、地方型大学では100%がいわゆる3K(研究室に魅力がない)と答えている。このように見ると、研究室のあり方により学生が卒業研究室を選ぶものとの教員の認識がある。一方学生への調査によれば、3Kは必ずしも嫌われてはいないとの結果が得られており、教員の認識を改める必要がある。

卒業論文の書かせ方として、国立大学では個人中心で、グループのこともあることを含めて75%となり、私立大学では68%がグループが多いと答えている(図-4)。一方、ゼミや供試体作製については国立大学と私立大学

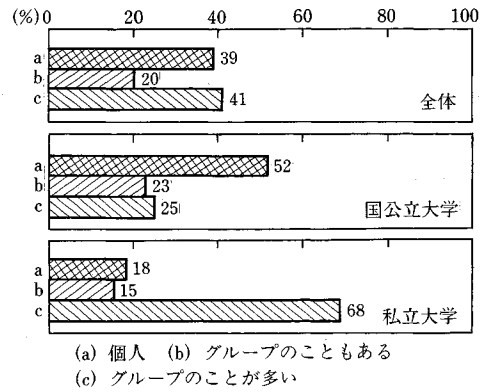


図-4 卒業論文の書かせ方について

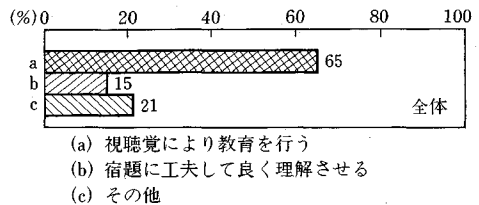


図-5 講義で学生にコンクリート工学に魅力を持たせるための工夫について

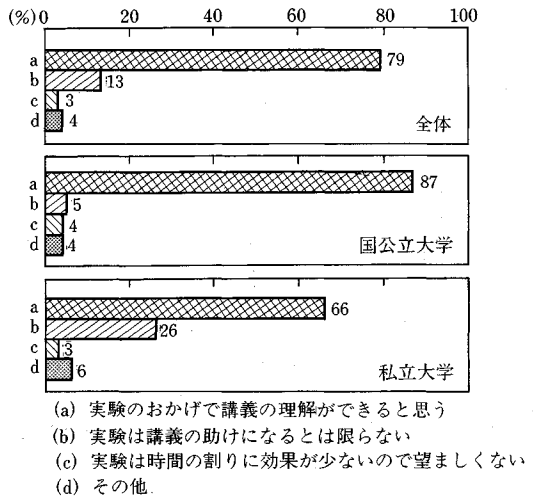


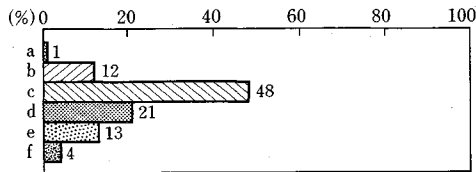
図-6 教員から見た学生実験について

に差はなく、同様な教育が行われていると考えられる。

### (3) コンクリート工学の教育

コンクリート工学に魅力を持たせるために視聴覚教育はかなり浸透し、65%が行っている(図-5)。その意味で学生実験は講義の助けになると考えているようであるが、私立大学教員の26%が実は講義の助けになるとは限らないと答えている(図-6)。卒業研究のグループ化と同様に、多人数教育の難しさと考えられる。

限界状態設計法がコンクリート標準示方書に昭和61



- (a) 許容応力度設計法のみを教える
- (b) 限界状態設計法のみを教える
- (c) 許容応力度設計法を教えた後限界状態設計法を教える
- (d) 限界状態設計法を教えた後許容応力度設計法を教える
- (e) RC構造の力学を教え、設計法にはこだわらない
- (f) その他

図-7 許容応力度設計法と限界状態設計法の教育について

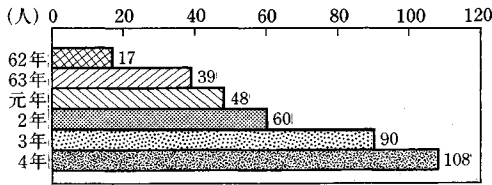


図-8 卒業年度別女子学生数

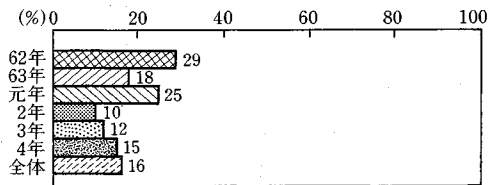


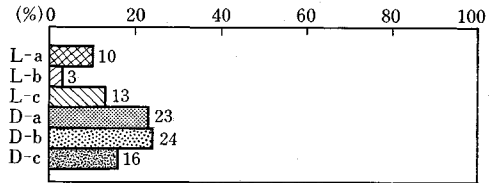
図-9 女子学生のコンクリート研究室への所属割合

年に取り入れられて以来7年になるが、図-7に示されるように許容応力設計法のみ教育している大学・高専はほとんどなくなった。むしろ、限界状態設計法のみ教える大学が全体の12%に及んでいる。一方、RC構造の力学を教え、設計法にはこだわらないと答えた教員も13%いる。

ACIのBuilding Codeでは1963年許容応力度設計法と終局強度設計法を同等の設計法としたが、1971年以降終局強度設計法を優先させた。わが国において、限界状態設計法が昭和61年にコンクリート標準示方書に採用されたが、教育界ではよく適応しているように思える。

(4) 女子学生の動向

調査の範囲内ではあるが、女子学生の卒業生数を年度別に図-8に示す。この図からも分かるように、この3~4年で倍増している。一部の国立大学では平成5年度の入学人数の女子学生の占める割合が10%を超えている。アメリカ、カナダの大学においては女子学生の卒業生に占める割合が20~30%に及んでいるが、これはすでに10年も前からである。25年前は数年ごとに一人の卒業生があったことを考えると、これらの国においても



- (L-a) コンクリート工学に興味を持つ
- (L-b) 女子学生に魅力的な研究室にしている
- (L-c) その他
- (D-a) コンクリート工学に興味を示さない
- (D-b) 研究室が女子学生向きでない
- (D-c) その他

図-10 コンクリート工学の研究室が女子学生に好まれる、あるいは敬遠される理由

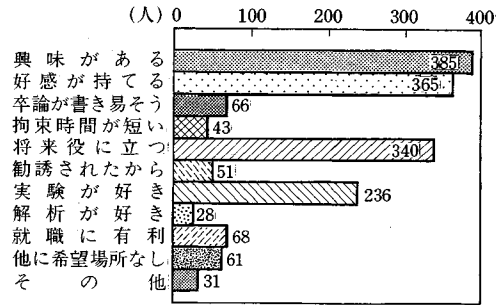


図-11 コンクリート関係の研究室を選んだ理由

10年前までに急増している。したがって、わが国においても女子学生はさらに増えてゆくものと考えられる。

図-9に示されるように、コンクリート研究室への女子学生の割合は19%であり、コンクリート系の教員の占める割合から考えれば、女子学生のコンクリートへの関心は低くないと思われる。しかし図-10によれば、教員は女子学生がコンクリート研究室に関心を持っていないと感じていることが示されている。(浜田純夫)

2.2 学生へのアンケート結果

(1) 調査の概要

コンクリート教育を魅力あるものにするために、価値観が多様化したと言われている学生がコンクリート教育の現状をどのように受けとめているかを探る必要がある。そこで全国の大学・高専におけるコンクリート関係卒論生全員を対象にアンケート調査を実施した。

平成4年12月20日を回収期限として、120の大学・高専にアンケート用紙を郵送して、コンクリート関係の研究室で卒論を行っている大学4年生、短大生、高専5年生へアンケートを依頼した。66大学から641人、2短大から9人、25高専から146人の合計796人から回答が得られた。その中に女子学生が9人いる。

(2) 研究室の志望過程

78.3%の学生がコンクリート関係の研究室を第1希望で選んでいる。その理由として、コンクリート工学に

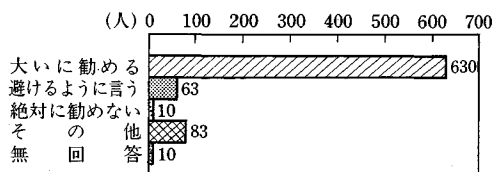


図-12 後輩にコンクリート関係の研究室を勤めるか

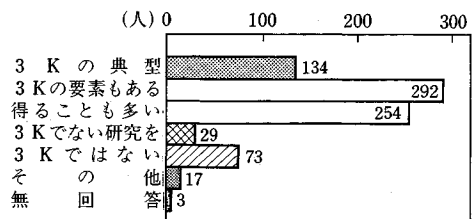


図-13 3K 問題についてコンクリートの研究をどう思うか

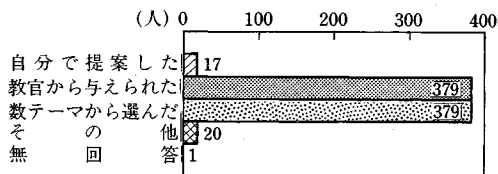


図-14 研究テーマについて

興味がある、研究室または指導教官に好感が持てる、将来役に立つと思う、実験が好き等が多い(図-11)。

第1希望でない学生の配属理由は、他研究室で選択されなかった、抽選で負けた等である。後輩にコンクリート関係の研究室を大いに勤めるが79.1%、なるべくなら避けるようにいうが7.9%、絶対に勤めないが1.3%いた(図-12)。コンクリート関係の研究室に配属された学生には第2希望者もいるが、大部分の学生が、積極的理由によりコンクリート研究室を選んでおり、後輩にも推奨できる雰囲気です研究室の生活を送っているといえそうである。

### (3) 研究について

研究方法は、回答者の29.4%が実験、59.8%が実験と解析、9.5%が解析である。いわゆる3K問題についてコンクリートの研究をどう思うかとの質問に対して、コンクリートの研究は3Kという意識が強いが、3Kは耐えれば得ることが多いという回答が、3Kにつながらない研究にして欲しいを大きく上回っている(図-13)。講義や学生実験を通じて、コンクリートの研究内容についてある程度理解した上でコンクリート研究室を選択したのであれば、現代の学生であっても「3K=嫌い」という直接的な図式だけではないように感じられる。

研究テーマは、教官から与えられたもの、研究室で示された数テーマから選んだものが同数で、合わせて95%に達する(図-14)。研究計画は、教官と相談して

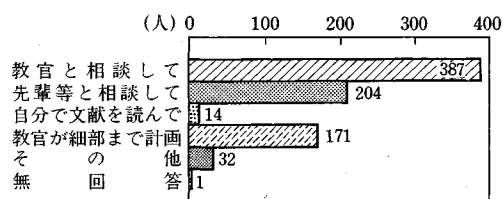


図-15 研究計画について

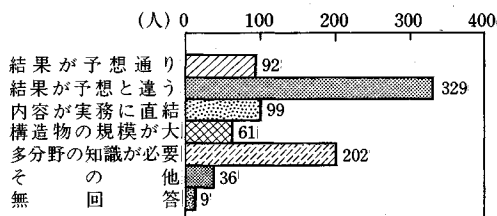


図-16 研究を通じて最も興味をおぼえたことは

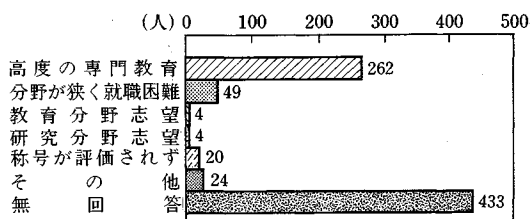
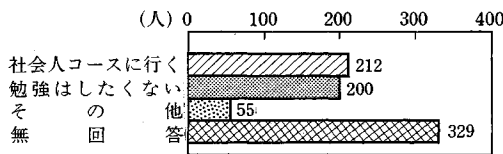


図-17 博士コースをどう考えるか

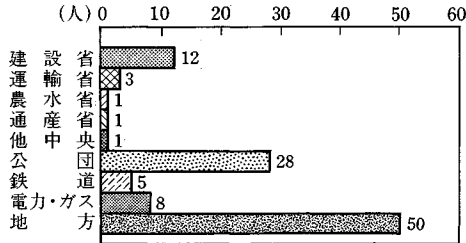
決定が47.8%、先輩の院生や他の学生と相談しながら計画が25.2%、教官が細部まで計画が21.1%である(図-15)。実験または解析について、教官と結果を検討しながら実施が49.7%、先輩の院生や他の学生と相談しながら実施が41.2%である。実験が予想通りにならないこと、数多くの分野の知識が必要であることに興味をおぼえている(図-16)。授業内容に基づいて、学生が自分で研究テーマをつくることは現実にほとんど不可能なようである。他からのテーマであっても、研究に取り組む過程でいろいろ興味湧くものと思われる。卒論生は教官の指導を受けながら先輩の院生や他の学生の協力のもとで研究を遂行しており、研究室の人がコンクリート教育に大きい影響を与えるといえよう。

### (4) 女子学生への設問

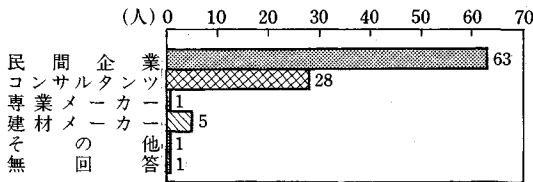
研究するうえで女性としての問題について、「女性でも特に問題ない」が6人、「試験体が大きく無理」が2人、「研究が昼夜にわたるので支障がある」が1人、「男性学生との協力が得られにくい」が無しであった。後輩の女子学生にコンクリート関係の研究を勤めるかの問いに対し、「大いに勤める」が6人、「なるべく避けるようにいう」が無し、「絶対に勤めない」が無し、「その他」が3人である。



図一18 社会人コースについて



図一19 官公庁からのアンケート回答者



図一20 企業からのアンケート回答者

### (5) 大学院への進学

進路予定について、学部卒就職が63.0%，大学院進学が13.4%，無回答が23.6%であり、大学院進学予定者の4.6%が博士コースに行きたいと答えている。博士コースをどう考えるかの問いに過半数が無回答、高度の専門教育を受けられると答えた人が3割である(図一17)。博士コースをどう考えるかについて無回答が多いこと、博士コース進学希望者がきわめて少なく全回答者の1%未満であることにより、魅力ある博士コースのあるべき姿を探り出す必要性を感じる。

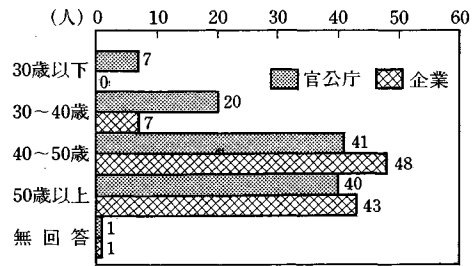
大学の社会人コースについて、無回答が多く、機会があれば社会人コースに行きたい、もう大学で勉強する気はないの順に続いた(図一18)。「もう大学で勉強する気がない」と答えた学生は、学部卒就職予定者の約3分の1、大学院進学予定者の約4分の1に達している。その他の意見としての文章回答から類推すると、社会人コースは学生にとってかなり先のことであって、自分の進路との関係に現実感のない人が多いと思われる。

(黒川章二・佐藤良一)

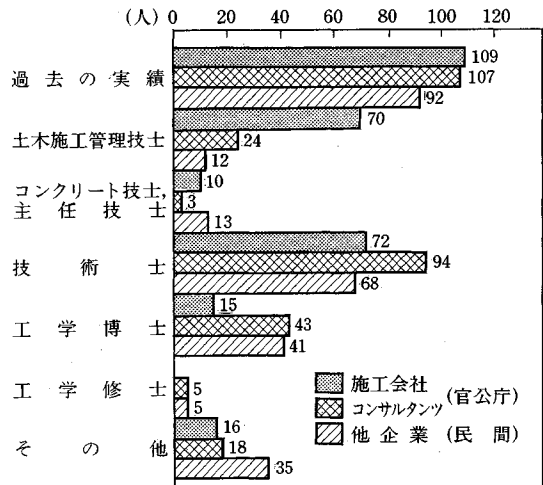
### 2.3 官公庁および企業へのアンケート結果

#### (1) 回答者の所属と年齢

官公庁側から全体で109名の方から回答があったが、回答者の所属は50名が地方自治体で、公団関係(28名)、建設省(12名)の順番であった(図一19)。年齢は40~50歳が41名、50歳以上が40名と、比較的高年齢の方



図一21 アンケート回答者の年齢構成



図一22 技術レベルを判断する基準 (他の会社に対して)

が多かった。

企業側からは全体で99名の方から回答があったが、民間企業(施工会社)が63名、コンサルタントが28名と両業種がほとんど大半を占めた(図一20)。年齢は官公庁側からの回答よりも高年齢の方が多く、40歳以上の方が約90%以上を占めた(図一21)。高年齢の回答者が就職された頃は、地方大学においても修士課程の設置がなされ、修士への進学が増加し始めたときに対応する。

#### (2) 技術レベルの判断基準

官公庁側が民間企業の技術レベルを判断するために最も多い基準は、施工会社およびコンサルタントのいずれとも、過去の実績、その次が技術士の数である。第3番目としては、施工会社に対して土木施工管理技士の数、コンサルタントに対しては工学博士の数である。企業側が他の企業と技術提携をする場合に相手の技術レベルを判断する基準は、官公庁側がコンサルタントに対して判断する場合と同様な順番であるが、第3番目の工学博士に対する評価が少し多くなっている(図一22)。

担当者に対する技術レベルを判断するための基準としては、技術的協議や検討の中での専門知識と答えた方が、官公庁側と企業側とも格段に多い。次は、技術士や工学博士等の資格である。官公庁側は資格は専門知識に比べ

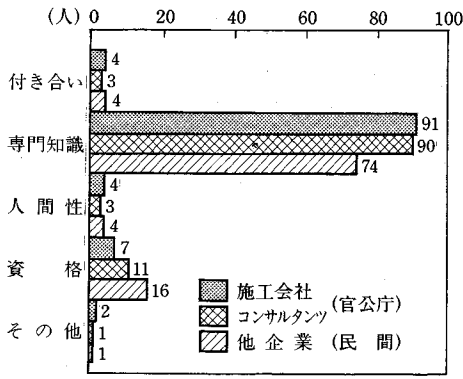


図-23 技術レベルを判断する基準 (個人に対して)

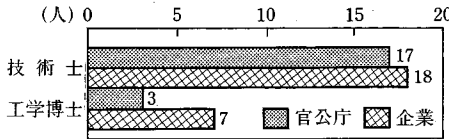


図-24 技術士と工学博士の重視度

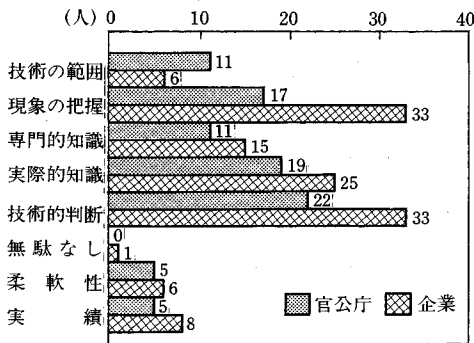


図-25 重視する判断基準

て約1/10の数であるが、企業側はこの比率が約1/5の数となり多くなっている(図-23)。なお、資格で判断すると回答した方が少なかったため明瞭ではないが、技術士と工学博士とは前者を重視するとの回答が多い。この場合にも、企業側で工学博士を重視していることは明らかである(図-24)。

技術士か工学博士のいずれを重視する判断基準とするかについては、官公庁側と企業側のいずれとも、技術的判断や实际的知識の的確さや豊富さおよび現象を把握する力の高さと適応力が、専門知識の深さ以上に多いことが注目される(図-25)。

### (3) 大学院に対する印象

大学院の博士課程に対する印象としては、官公庁側と企業側のいずれとも、解析能力の高い人が最先端の研究や基礎的な研究をしていると評価している方が多い反面、実務を知らなく、狭い専門分野に偏りすぎているとの厳しい判断をしている方が多いのも事実である(図-

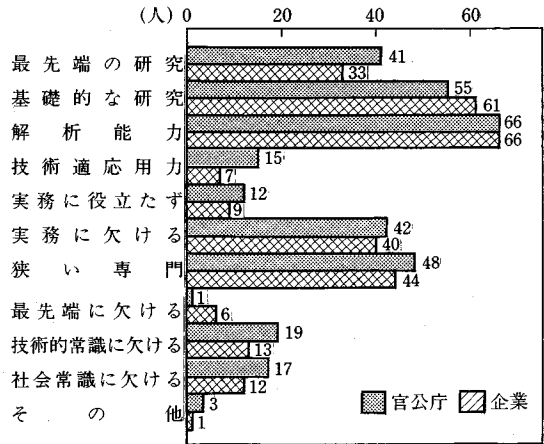


図-26 工学博士や博士課程に対する印象

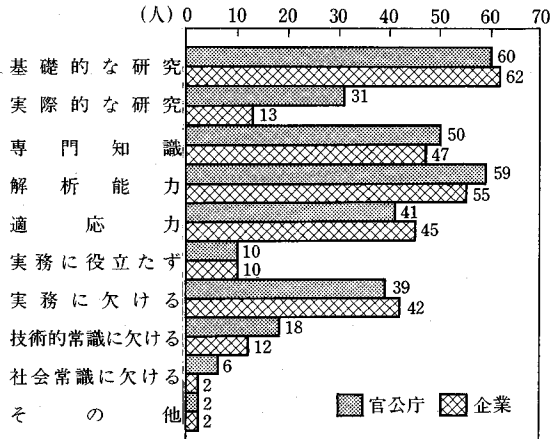


図-27 工学修士や修士課程に対する印象

26)。

修士課程に対しても、官公庁側と企業側は同じ評価をしており、解析力と技術的適応力が高く、一般的な専門知識を有している人が、基礎的な研究とともに实际的な研究も行っていると高く評価している方が多い。しかしながら、実務の役に立たない研究をしていると答えた方も多い(図-27)。

大学院における社会人教育制度と博士課程、修士課程のいずれかについて利用したいと大変多くの方が考えている。そしてこの考えは、企業側の方が強く持たれている。しかしながら、利用する余裕がないと考えている方も多い。また、必要なしや役立たないと考えている方も、官公庁側で約15%、企業側で10%弱を占める。

### (4) 望ましい技術者の経歴

技術者の経歴として望ましいと考えているコースは、官公庁側と企業側のいずれとも、約75%の方が学士あるいは修士を得て、技術士の資格を得ることとしている(図-29)。最終的には工学博士を得ることが望ましい



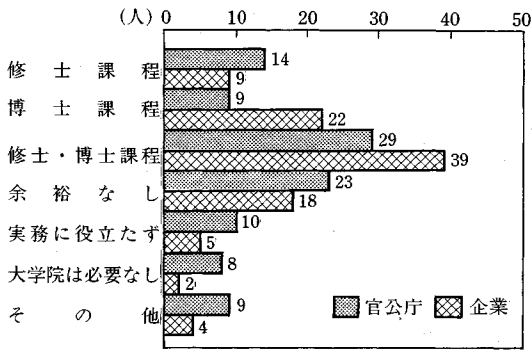


図-28 社会人再教育における大学院の利用

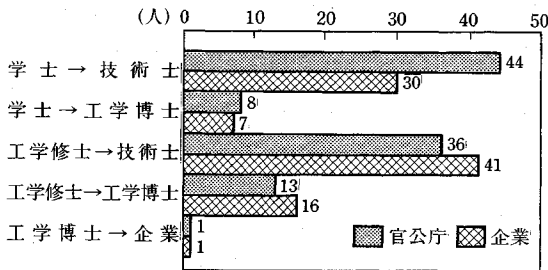


図-29 望ましい技術者の経歴

と考えている方は官公庁側で約20%、企業側で約25%に留まっており、工学博士の絶対数が技術士に比べて著しく少ないことも、(2)技術レベルの判断基準における現実と対応していると考えられる。

(荒川敏雄・辻 幸和)

### 3. コンクリート教育の効果を高めるための工夫

一般セッション(1)では、5編が発表された。発表の後、コメンテーターの鈴木素彦氏より意見および全体的な感想を頂いた。

#### (1) カリキュラムによる効果

カリキュラムの組み方、担当教員の配置、講義内容の組み方などによってコンクリート教育を高める効果は大きい。特に、コンクリート構造学は、構造力学の力が必要であり、さらに、ひび割れ発生による種々の仮定や、時間的挙動を含むクリープ、乾燥収縮、リラクゼーションなどの塑性的な性質も加わるため、さらに高度な知識が必要となる。このため、基礎理論である構造力学を十分に修得させ、あるいは有機的に結合させながら、コンクリート構造学を教えることが重要である。また、コンクリート構造学は、構造力学を基本にしながらも複合材料としての特性を持つために、これを判り易く、また力学的に矛盾無く説明することが要求される。

コンクリートの力学的な性質を教えながら、構造力学とうまく関連づけることが学生に興味をもたせ、また教

育的に効果を上げることとなる。小出・外門(東北工大)の発表論文にあるように、コンクリート構造学と構造力学を同一教員が担当する方法、あるいは構造力学の進み具合を連絡をとりながら進めることができるようなカリキュラムの組み方が、学生の理解を深める上からも重要なこととなる。

#### (2) コンクリート工学の必須性のPR

学生に対してコンクリート工学が魅力があり、コンクリート工学あるいは技術を修得してみたいと思わせるには、コンクリート工学の必要性を十分知ってもらうことが重要である。コンクリートは、生活、産業基盤である道路、トンネル、下水道、橋、ダム、防波堤、護岸など多くの構造物の根幹を成し、地域、都市の計画において、また環境保全、国土保全、防災を考える上で、コンクリート工学の知識無くしては成立しないことを認識させることである。また、構造材料として最大のボリュームが用いられ、それを支えているコンクリート工学が要となる基礎学問であることを再認識すること無くしては、地球を保全することが不可能であることを、知ってもらうことも重要である。

さらに、コンクリートは自然に近い材質であり、鋼にはない性質、例えば非磁性体、かなりの低温から高温までの範囲で安定性を保ち、これからの開発によって、さらに幅の広い性質を創ることが可能な先端材料であること、またこれが社会の要請でもある。コンクリート工学の位置づけを、基礎学問であると同時に、環境保全、あるいはアメニティ空間を創る先端材料であることを認識させることが必要である。

#### (3) 学生のコンクリートに対するイメージの把握

山崎(啓)・山崎淳(日本大)の発表のように、学生のコンクリートに対するイメージ、認識を的確に捉えておく必要がある。アンケートからの認識では、コンクリートは基礎的技術であり、先端技術、国際的、信頼性と感じているようであるが、ユニーク性が無く、消極性、古い、親しみがないなど、硬いイメージを持っている。また、コンクリートジャングルの批判は近代的景観の形成の役割と表裏一体と考えていること、いわゆる3Kの問題は現場の活動力、やりがい、高収入という環境条件で十分対応できるものであり、ダークそのもので学生は価値判断はしていない。だが、整理整頓された美しい現場にして行く努力が必要なのは言うまでもない。

学生のコンクリート工学と将来との関わりを見ると、建設会社への就職希望者はほとんどがYesと答えるのに対して、官公庁希望者はほとんどがNoと、アンケートの結果は答えている。将来計画を立てインフラを整備する中で、コンクリート工学の知識無くしては、長期展望に立った投資はできず、よいコンクリートを造るための初期投資、自然環境に耐え得る建設材料の使い方など



には、根本的なコンクリートに関する基本知識が重要であることを、これからの官公庁希望者にも十分認識させることが重要である。

#### (4) パソコン・ビジュアル手法による効果

コンクリート工学は幅が広いため、学生に興味をもたせ、「勉強してみよう」と思うきっかけを作ることが難しい。これには、大学、官庁、民間を始め、学協会全体でPR方法を考える必要がある。コンクリート構造学について考えると、構造力学を修得して許容応力度法に進む場合は、その移行あるいは学習過程が比較的スムーズにいくのに対し、限界状態設計法では材料の塑性、ひび割れなどのもう1つの学習ステップだけでなく、FEM解析などによるコンピュータの使用が必要となる。すなわち、パソコンなどによる試行錯誤による学習と理解、さらに進んで洞察と統合、あるいは現象の把握によって新しい設計などに進むことによって、おもしろさが判ってくる。

学生に勉学や研究意欲を刺激し、自主的に勉強を始める教材として、コンピュータ援用教育(CAI)を活用する試みがある。國府(都立大)・高野(明星大)の発表論文では、コンクリート工学コースとコンクリートプロジェクトコースがあり、前者はコンクリート工学の理解度を深める実力養成、後者は学生の関心の高い大規模プロジェクトに対する構造物の目的、機能、構造物の諸元、施工、コンクリート工法の特徴を理解できるようにしたものである。このように、基礎的な知識の修得と、現在行われている大型コンクリートプロジェクトを通じて、コンクリート工学全体の流れ、体系を理解させることが可能であり、これからの発展が期待される。

また、秋田・外門・小嶋・高橋・志賀野(東北工大)における擁壁設計のシミュレーションの試みは、コンクリート構造物の設計をパソコンとの対話から見いだそうとするもので、初期の学生は、このようなシミュレーションによる設計に対して興味を持ち、また新しい構造物に対して学生自身がソフトを作ることも可能であり、教育方法の広がり可能性が感じられる。本委員会においても、このようなパソコン援用教育、パソコン設計教育などのコンピュータを用いた教育効果、あるいはソフトについての情報収集、協力体制が重要であるとの意見も出された。

最後に、原田(長崎大)の発表のように、コンクリート教育の効果を高めるには、やる気を起こさせることであり、少人数制による名前を呼びながら、また、スライド、ビデオ、パソコンなどを用いながら、教える側の熱意を伝え、いかに、コンクリートがこれからのインフラを安全で、自然環境に調和した構造物にするために重要であるかを認識させ、学生が進んで新しい試みができるような体制を作っておくことが重要である。

(佐伯 昇)

#### 4. コンクリート教育の向上を目指す提案

一般セッション(2)では、6編が発表された。発表の後、コメンテーターの根上義明氏より意見および全体的な感想を頂いた。

福田・沼田(西日本工大)は、近年、多くの私立大学において、ゆとりある教育への転換、情報教育の重視、コース制度などの導入などから、材料・構造系より計画系重視の傾向が強くなってきていることを、西日本工業大学の土木工学科のカリキュラムの見直しを例にして報告した。この中で、西日本工業大学では、カリキュラムの変更により、コンクリートの実験実習を受講できる学生が全学生の1/3になり、実験実習が等閑視されることによって問題が起きる可能性が訴えられているとともに、カリキュラムの組み方の難しさを痛感していると結んでいる。コメンテーターからも、コンクリートの実験実習の意義深いことは自明のことであり、その受講機会が少なくなることは残念であるとのコメントがあった。

皆川・小玉・仲宗根・佐藤(武威工大)は、計算機および実験装置を有効に活用する大学院におけるコンクリート教育の試みとして、専門を異にする複数の教職員によって、鉄筋コンクリート部材の地震応答に関するハイブリッド実験を実施していること、およびその方法の概要について報告した。また、この教育法の効果として、学生は、構造物の挙動の予測手法として、実験的手法と数値解析の手法があり、互いに補完関係にあることを学びとり、また、学生のコンクリート工学に対する意識改革に有効な教育手段であると指摘している。

コメンテーターからも、コンピュータシミュレーションとコンクリート実験を組み合わせるにより、現代学生の実験軽視の傾向に対する意識改革を図ろうとされていることは興味深く、有意義なことと考えるとコメントされた。

稲田(佐藤工業(株))は、コンクリートにより斜面の安定と景観の改善を図ることを目的として、抑制工および緑化工への適用が可能と思われる透水性吹付けコンクリートを開発するまでの過程を詳細に報告した。この中で、従来のコンクリートの一般的知識のみでは開発は困難であったこと、実際に種々の実験を体験しながら努力工夫を重ねることが問題解決への近道であったと述べ、このことから、体験学習の重要性、素直な目とフレキシブルな対応が大切であると指摘している。

コメンテーターからは、新しい発想と地道な研究に対して敬意を表するとともに、体験的な研究教育の姿勢の重要性に同感の意を述べられた。

戸川・中本・小池(和歌山高専)は、一般に地味で、面白くないと考えられているコンクリート関連の教育

を、興味あるものについて、高専の学生を対象としたアンケート調査より検討した内容を報告した。これによれば、学生の好みの教育法は、わかり易い教科書を使用し、できる限り実物を見て、実験やビデオで実感をつかむ視聴覚教育であると述べている。また、自らは辛い実験は避けたいという気持ちをもつ学生が少なくないと述べている。

コメンテーターからは、学生に興味を沸かせるいろいろの手段は、今後考えなければならない問題であろうとコメントがあった。

米倉(広島大)は、『教育の目的は創造性ある人間の育成』にあり、『学生は、自ら考え判断するが、その判断の手助けをするのが教育である』との考えから、コンクリート教育の向上手段についての見解を報告した。この中で、学生実験では、実験実施後の試問を行うことが、自分で考える訓練に非常に効果的であること、鉄筋コンクリート工学では、個々の知識の有機的な繋がりが、材料特性と構造部材の挙動の関係を十分に理解させるには、実験を通じて体験させることや、視聴覚教育手段あるいは実構造物の見学などが必要であると述べている。

また、自宅をRC構造で建ててみた経験から、実際にコンクリート構造物を作る人々のコンクリートに対する知識の程度を知り、コンクリート教育の対象は、学生のみではなく、コンクリート工事に携わる人々すべてであり、ビデオや視覚での教育が必要であることを述べている。さらに、カリフォルニア大学パークレー校でのコンクリート教育を紹介し、創造性を養う教育の必要性を繰り返し説いている。これらに対してコメンテーターからも賛同の意見が述べられた。

山崎淳・山崎(啓)・高原・長嶋・山森・谷部(日本大)は、初学者にも興味をもって取り組むことができるコンクリート工学教育として、学生側の立場からの2つのケーススタディーを報告した。いずれも『学習の動機づけをいかに高めるかという環境・学習プログラムづくりが重要』との認識で取り組まれた事例である。

その一つはコンクリート構造分野の魅力をビジュアルで紹介し、学習意欲を喚起させるようなコンピュータを用いた学習用設計ツールについての紹介であり、コンクリート構造紹介プログラム、RC単純梁の曲げ・せん断設計照査プログラム、PC不静定桁鋼材配置決定プログラムなどが示された。他の一つは、PC構造物の全体構造模型(2径間連続エクストラードズドPC箱桁)を複製して、PC構造全体の原理を実際に見て、体験することにより、各部分の機能やプレストレスなどを理解させるものである。

いずれも、コンクリート工学に興味を抱かせる手法として有効であり、コメンテーターからも、学生一人一人が興味をもって担当していることが見受けられ、共感を

覚えるとのコメントがあった。(松下博通)

## 5. コンクリート教育をとりまく環境の変化と対応

このセッションでは、18歳人口の急激な減少の時代、若年層に3Kの嫌われる時代に、コンクリート教育はいかにあるべきかを主題として、5題の事例発表が行われた。その後、コメンテーターの岸清氏より総合的なコメントをいただいた。

中嶋・河野(豊田高専)は、カリフォルニア大学と豊田高専とにおけるコンクリート工学のシラバスの例を示し、シラバス利用の必要性和効果を述べるとともに、学生による授業評価の例を示した。

わが国においても、近年、教育をより効果的に行うための種々の工夫がなされているが、学生に対して教育目標と授業スケジュールを明確に示すことは、その重要なひとつと考えられており、既にシラバスを作成している大学が少なくないものと思われる。

学生による授業評価については、学生はもとより、大学側も慣れていないこともあって、教員が個人的に自己の反省材料として使うのには問題がないと思われるが、公式の評価方法として定着させるまでには、時間と検証が必要ではないだろうか。

辻(東京理科大)の発表は、「18歳人口が減少する日本社会において、どうすれば若年層に“コンクリート”という工学分野・仕事としての分野に魅力を感じさせるか」という、本小委員会の課題に真正面から取り組んだものである。

この発表では、

①コンクリート工学を学んだことを基礎として研究開発した物が目に見えて経済効果を生んだ数多くの事例をアピールする。そのためには、コンクリート工学における最先端技術の開発動向等を広報できる冊子や資料館を作る。

②コンクリート技術を“資格”として確立させ、その資格を持つ者が食いはぐれないようにする。

③“格好良いコンクリート”にする。労働時間、賃金、労働災害等の問題点を解決し、環境破壊の原因になるような構造物、建設工事をはっきりと拒否する。

などの諸点が示された。

内田・六郷・小柳(岐阜大)は、「コンクリート教育の品質保証」というユニークな捉え方でコンクリート教育の方法を論じた。「学校教育も“サービス商品”と考えれば、当然、品質保証がなされなければならない。さらに、質が良いだけではなく、客(学生)の要求を重視し、それを満足させていかなければならない。」とする3氏の発表内容は、単にコンクリート教育のみにとどまらず、教育全体に共通のものである。

この発表において興味深いのは、「コンクリートという専門分野が競合する相手は、土木の中の他の専門分野であり、土木工学というレベルで考えれば、競合分野は他学科・他学部ということになる。」という考え方で、その観点から見た時、コンクリート教育に携わるものとして最善を尽くしてきたかと顧みれば、反省させられる点が少ない。

大即(東京工大)は、運輸省の研究所勤務13年6カ月、大学勤務5年という経験に基づいて教育を考えた場合の課題について発表した。教育と研究の狭間で悩む教官(員)は少なくないと思われるが、学生(特に院生)を学生兼研究補助者として程よくバランスをとって、研究業績も挙げ、学生に対する教育効果もあげるのがプロの教官(員)であろう。

「コンクリートの研究はチームワークを必要とする場合が多く、個人主義的生活に慣れ親しんでいる現代の若者には好かれない理由のひとつが、そこにある。」とする見解は、当を得たものではあるが、教官(員)は、チームワークの楽しさや効用を学生に知らしめることに努力して、コンクリートを選択する学生を一人でも多く獲得しなければならない。

大城(琉球大)は、沖縄県の気象環境と塩害劣化要因によるコンクリート構造物の早期劣化について述べるとともに、そのような条件における教育・技術の種々の普及活動について大変興味深い報告をした。

このセッションで行われた5題の内4題は、いずれも環境(若者の気質や人々の価値観)の変化する中におけるコンクリート教育の難しさを実感しているが故のものと思われる。

学生の関心をコンクリートに向けさせる特効薬はなかなか見つからないが、各氏の講演に見られるような努力を積み重ねて行くことが、結局は近道ではないだろうか。

(外門正直)

## 6. コンクリートの学校教育に望むもの

### 6.1 セッションの概要

一般セッション(4)では、学校教育を受けた卒業生を受け入れる立場からの、6編(官公庁2編、総合建設業1編、PC專業1編、コンサルタント1編、セメントメーカー1編)の発表が行われ、最後にコメンテーターからの総合的なコメントを頂いた。

まず、豊福(日本道路公団)から、高速道路事業におけるコンクリートの建設技術について、建設技術の開発の歩みの中でのコンクリートの位置付けが行われ、近年の技術開発への取り組み方およびこれをもとにした日本道路公団におけるコンクリート教育のシステムが紹介された。そして、官公庁からコンクリートの学校教育に望むものとしては、迅速で、的確な判断ができる創造的な

人間の育成であろうと強調された。

次いで、阿部(新東京国際空港公団)から、新東京国際空港公団におけるコンクリート技術についての紹介があり、空港舗装用コンクリート技術者に求められる内容についての説明があった。そして、これらをもとに、要求される具体的な知識の内容、求められる人格、さらには技術を如何に語るかなど、総合性が要求される旨が述べられた。

総合建設業の立場からは、万木(鹿島技術研究所)から、総合建設業の役割と土木系社員の業務についての説明があり、若手土木社員教育におけるOJT(On the Job Training)、配置転換(Job Rotation)およびOff JTの位置付けが成され、大学においては「工学的なものの見方」を身につける事が重要であり、これに基づく応用の重要性が強調された。

プレストレストコンクリート業からは、野村・荒川(ビー・エス)が、まずプレストレストコンクリート技術の最近の動向ならびに「プレストレストコンクリート技士」についての紹介をした。その後、専門教育と基礎教育の両輪の必要性を指摘され、大学院の社会人コースの更なる整備を強調され、若い技術者と産官学の共同の不可欠さを述べられた。

また、建設コンサルタントの立場から、肥田・元木・高橋(千代田コンサルタント)は、建設コンサルタントの高度化、多様化の現状について紹介し、コンサルタントに要求される知識はゼネラリストであってかつスペシャリストである事が必要であり、要素技術を支える総合性が要求されることを指摘され、基礎と実務が一体となった技術の修得が重要であると強調された。

さらに、セメントメーカーからは、岡本(日本セメント)が、セメント專業3社に勤務する土木系学科卒業生へのアンケート調査結果から、就職志望への意思決定、就職後に役にたっている講義、コンクリートの学校教育に望むものなどについて紹介した。そして、理論と実験の両者を実行するアクティブな学生を求めたいと強調された。

最後に、コメンテーターとして沖縄総合事務局の安居邦夫氏から、公共構造物は造る事そのものではなく、社会に役にたつ事が重要であり、技術を目的ではなく手段として正しく取り扱える、望ましい技術者を養成する最初の段階として、学校教育がきわめて重要であることが強調された。さらに、このセッションの発表者には、表現において微妙な違いはあるものの、社会の多様性を柔軟に支える技術が重要であり、基本的な問題の設定、アプローチ、それを支える技術の流れのなかで、基礎教育の充実が学校教育に最も望まれるものである点において考え方は一致していると強調された。(宮川豊章)

## 6.2 官公庁—日本道路公団—から

高速道路の建設技術の変遷を踏まえ、コンクリートの学校教育に望むことを、人材の育成およびカリキュラムの両面から考えを述べた。

人材の育成の面からは、まず、コンクリート工学を学んだ土木工学科の卒業生に期待されることは、いかなる分野に進んでも狭い領域のみのエキスパートであるよりも、技術上の課題、発生する問題点等に対して、コンサルタント、官公庁、建設業者、生コン業者などの置かれた立場を認識した上で、迅速、的確で柔軟に能力を発揮できる人材が望まれる。すなわち、コンクリートを取り巻く社会、技術の「多様化」に伴い、社会資本整備の新しい分野や新しい技術開発の分野についても、積極的に対応できる人材の養成が望まれる。特に、官公庁の立場からは、浅くても広い知識を持ち、各種の事業・技術に対してマネージメント能力、交渉力を持った人材の養成が望まれる。

次に、このような人材を養成するためのカリキュラムには、次の五項目が必要であることを提案する。第一に、高速道路の建設技術を欧米に学んで「基礎づくり」をしてこれを「確立」したように、基礎の確立のための教育が必要である。特に、「レディーミクストコンクリート工学」が、生コンの生産者（生コン業者）、購入者（建設業者）および建設工事発注者（官公庁）の各立場を踏まえて、講義されることが望まれる。第二に、高速道路の建設技術の「総合化・効率化」と同様に、コンクリート構造物の設計・施工（建設）のインシヤルコストだけではなく、維持管理までを統合化したライフサイクルコストがわかるように教えるカリキュラムが必要である。第三に、現在、高速道路の建設技術が「多様化」しているのに伴い、新素材、高流動コンクリートを始め新材料、新工法、環境対策、景観設計などの新しい技術開発にも対応したカリキュラムが望まれる。第四に、土木工学は技術分野の領域が広く時間の制約もあることから、上記の第一から第三の各科目は、まず最初に、コンクリート工学全体を広く把握できるようにマネージメント的に教育をしたうえで、浅くても広い知識を持つように、それぞれの科目を学ぶシステムとするのが良い。第五に、現場見学や現場実習を取り入れ、コンクリート構造物の建設段階から管理段階までのライフサイクル（生コン工場、建設現場、供用中の管理現場）を実際に見せることにより、全体を把握すると共に耐久性のあるコンクリート構造物の設計、施工、維持管理を学ばせることが重要である。

終わりに、わが国の社会、建設技術の「多様化」に伴い、コンクリート技術への期待も高まっており、21世紀へ向けて活力と魅力に溢れた技術の発展を遂げられるよう、コンクリート教育へも一層の発展が望まれる。

（豊福俊泰）

## 6.3 官公庁—新東京国際空港公団—から

現状認識としては、コンクリートは使用範囲の広さから基盤材料である。しかし、設計上の扱いが支配的で、均一部材として、強度面などのように一義的に扱われ過ぎてきている。もう少し、設計を離れて、コンクリート打設時の初期条件が長期挙動に及ぼす影響などについて検討してもらいたい。

昔学生時代にコンクリートを学んだ人に感じる部分としては、音楽の幼時教育に通じるコンクリートの肌身で覚えた感性がある。コンクリートは構造・材料両面での知識が必要である。

技術者は、現場の視点と調査・研究的視点の両方が必要である。コンクリート教育は、特にこのような視点が重要である。

組織の人間となった時、学生時代に受けたコンクリート教育に固執して生きる環境は難しい。その極端な例として、事務屋さんの世界には法律や経済などの専門への固執はないのである。したがって、教育成果の活用を図る反面、配属の変化などで柔軟な対応が時として必要である。しかし、コンクリート教育を受けたことが決してマイナスになるとは思わない。

以上から、コンクリート教育に、設計にこだわり過ぎず、コンクリートへの感性を覚えさせ、構造・材料両面に精通して、現場・調査研究の両視点を持ち、専門が間口をせばめるものではなく、発展的に視野を広げうる、そんな人間を教育して欲しいと切望する。

（阿部洋一）

## 6.4 総合建設業から

総合建設業におけるコンクリート工事に携わる技術者にどのような資質が要求され、どのような企業内教育を行っているかを見た上で、コンクリートの施工現場で現在問題となっていることを紹介し、コンクリートの学校教育に望まれることについて私見を述べた。

企業内の技術者は階層別には初級技術者から上級管理者までいくつかの職分に分けられるが、現場の第一線で活躍する基幹社員には「与えられた業務の遂行」のほか「自己能力の育成・開発」が強く求められる。これは、個人の能力向上が業務や工品の品質を高めるための大きな要素であり、それに意欲的なことが企業内で高く評価されていることを意味している。

現場の若手技術者が遂行すべき業務としては、設計、施工計画、品質管理、協力業者の技術指導等のハードなものから現場マネージメント等のソフトなものまで多様であり、これらについて企業内教育が行われる。基本的には職場で、仕事を通して、上司が部下へ教えるOJTが主体となる。コンクリート工事の詳細な実務については、コンクリート標準示方書を理解していれば工事を進めるのに大きな支障はない。しかし、建設工品の品質を

保証するためには、各作業に対して品質、原価、工程、安全の各項目をバランスよく満足させる必要がある。ところが、受験のための知識の詰め込み教育を受けてきた最近の若い人たちは、解決すべき課題に対して多くの要求品質のバランスを取りながら総合的にまとめていくといった問題解決方法の訓練が不足しているようである。これについては、欧米の大学で行われているコンクリート製カヌーの競技大会等、コンクリートで何かをつくらせることなどがよい教育・訓練になるものと思われる。

また、最近の現場でよく発生しているトラブル事例を見ると、土木工事は単品生産であることが強く感じられる。つまり、マニュアルに従って工事をすすめるわけであるが、マニュアルだけでは解決できない場合も多く、現場の状況に合わせた応用動作が必要になる場合が多い。いかに適切な応用動作を行えるかは、マニュアルの理解の他、コンクリートの本質を、体験を通して把握する必要があり、その意味からも学校教育で実験を十分行うことが望ましいものと思われる。

実務に携わる人たちから学校教育に対して、基礎に重点を置いた教育が多く望まれている。これは学生たちに「工学的ものの見方」を身につけるようにとの要望にもつながるものと思われるが、そのためにはコンクリートの基礎的物性やRC構造等について、それらの現象がどのような原因で生じ、どのような物理的、化学的あるいは力学的理論で説明できるのか、といった観点からの講義が望まれる。このような教えを通して、学生たちはある現象に対してその原因を考え、結果を予測する思考方法を身につけることができるものと思われる。現場において克服すべき課題に直面したとき、常にこのような思考方法でものごとを解決していく能力こそが実社会にでたとき施工管理のみならず、技術開発や研究に携わる場合にも最も必要になるものと思われる。(万木正弘)

#### 6.5 PC 専業から

コンクリートの内、プレストレストコンクリート（以下PCという）を主たる業務としている企業の立場から、技術の現状とコンクリートの学校教育について望むことを述べた。

土木構造物をはじめとする社会資本を整備していくことは、21世紀に向けて人類が安定し、豊かな生活を築いていくためには必要不可欠である。しかし、近年、学生の間で科学技術に対する関心が低下するという「若者の科学技術離れ」や、自然科学系の大学生などの間で製造業に就職することを嫌う「理工系学生の製造業離れ」が起きているといわれている。特に土木の分野では、実際の現場で構造物を造るために現場環境などの問題もあり、このような問題が潜在的にあるように思われる。このような中で、若い技術者を育て、確保することがわが国の将来に対しても大きな課題であり、その最初のス

テップとなる学校教育には大きな期待がある。

近年、PCの分野でも技術開発に新しい動きが見られる。橋梁での構造面ではウェブに波形鋼板を用いた新しい合成構造、大偏心外ケーブルのエクストラドーズド橋や斜板橋など、施工面ではプレファブによる工業化、断面外にケーブルを配置する外ケーブル方式プレストレストリングなど、材料面では緊張材としての新素材の適用、コンクリートの高強度化などである。更には、これら技術の組合せの技術開発が活発であり、斜張橋なども材料など個々の技術の改良とそれらを組合せた複合構造や長大化の方向に向かって行くであろう。橋梁以外の分野でも、低温液化ガスなどの容器類、ポンツーンなど浮遊構造物、栈橋、消波堤など沿岸、海洋構造物、洞門、シェッドなど防災構造物などにも、PCは幅広く応用されている。

コンクリートに関連する資格については、コンクリート技士・同主任技士と今年度から新しく制定されたプレストレストコンクリート技士（PC技士）がある。また、公の資格としては技術士や土木施工管理技士があり、特に技術士については、コンクリートについては建設部門の中に「鋼構造およびコンクリート」として設計・施工・研究などの業績が認められている。これらの資格制度は、企業に入った技術者の技術向上の有効な手段や目標となっている。

学校教育では、一般には専門的な知識を修得することが第一に挙げられているが、企業側から見ると、専門的な知識は実際の業務の中で教育し修得することになるので、むしろ、数学や物理などの基礎的な知識や、コンピュータ、語学などの一般的な知識の修得の方にも専門知識同様のウェイトをおいて教育することが望まれている。さらに、問題の解決方法や研究をどのように進めたらよいか、新しい発想をするためにはどうしたらよいかなどの「工学的なもの見方」、「科学的な考え方」についても、コンクリート工学を通じて教育することが望まれる。

最近、大学院の修士課程や博士課程を、社会人の教育の場として積極的に開放している。この制度を企業側から見ると、企業内ではできない技術者の再教育や技術の修得などに大いに役立つものとして期待できる。さらに技術提案型の入札制度など、今後ますます技術力へ要望が高まっていく中で、企業の目的に合った研究課題をもって望むならばその効果も大きい。

最後に、技術の発展には、若い技術者の育成と産官学の共同が不可欠であり、相互の技術者の交流、共同研究などを通じて魅力あるコンクリート工学として発展し、多くの若い技術者が育っていくことが望まれる。

(荒川敏雄・野村貞広)

## 6.6 建設コンサルタンツから

### (1) はじめに

建設コンサルタンツは、技術革新、高度情報化が進行する中でその業務内容は広範囲でかつ複雑化、高度化しているために、それぞれの部門の専門的知識を有するとともに、従来にはない幅広い技術力で、高度な技術力と判断力を発揮することが必要とされている。そのため高い技術水準を確保し、建設コンサルタンツの財産となる技術者の育成が重要な課題となっている。

### (2) 建設コンサルタンツ側からみたコンクリート教育のあり方

このような現状での建設コンサルタンツのコンクリート教育のあり方について、社内アンケート調査を実施した。まず、大学教育に対する印象としては、「基礎的な研究をしている。」「実務を知らない。」であり、どのようなコンクリート教育内容が必要か、という質問に対しては、コンクリート構造学(PC, RC)が高い回答率となった。また、建設コンサルタンツに求められる事項については、「人間性」が最も高い回答率となった。

したがって、これからの建設コンサルタンツに求められる人間像としては、高度の専門技術を有しかつ総合的な技術判断のできる人間性(誠実さ、積極性、責任感)の溢れた技術者であると思われる。

### (3) 大学教育に望むもの

アンケート調査結果によると大学の印象としては「基礎的な研究をしている。」「実務を知らない。」が高率な回答を得た。これは、基礎学問の必要性を認めているが、大学教育が現実の建設(企画、調査、計画、設計、施工、維持管理、マネージメント、技術開発、研究)に対して認識されておらず、カリキュラム等に反映されていない。そのため、現実の建設と基礎学問との関わりが大学教育では結びつかないことから「実務を知らない」との印象が高率の回答になったと考えられる。

実際の業務を行う過程で問題や疑問に直面し、これらを解決する糸口を大学での基礎学問が教えてくれると思われる。これらの疑問や問題を解決し、形の無い物から成果、作品として形有る物を創ることでコンクリート工学に対する興味を得、コンクリート工学の奥の深さを知ることができると思われる。コンクリート工学に興味を得た技術者は、興味からさらなる進化した興味を得、高度な技術を獲得すると思われる。

ところで、業務(仕事)に興味を示せば、実践過程は、OJTにて十分教育ができ、また、業務遂行をした満足感から自信ができ、物事に対する誠実さ、積極性、責任感などの人間性も形成されるとと思われる。

### (4) おわりに

現在の大学教育に望むことは、建設コンサルタンツに限らず建設(企画、調査、計画、設計、施工、維持管理、

マネージメント、技術開発、研究)に対して興味を得ることができる機会を与えることである。具体的に、従来から行われている構造、配合、設計、材料などの演習や実験に加え、学外の実務研修が建設に対する興味を得る機会を与えることができる。また、企業から外部講師として現状の建設の世界を紹介することも有効な手段であると思われる。

したがって、学生、教員、企業人との交流を深め、実務(現実)との遊離を解消し、学生に建設業界への興味を与える機会を作ることが必要である。

(肥田研一・元木信夫・高橋 誠)

## 6.7 セメントメーカーから

### (1) はじめに

セメント産業は明治初期の「富国強兵」の国策のもとで始まり、以後100年に亘り、コンクリートを通じて社会資本形成のための基材を提供して来ている。日本では現在二十数社がセメントの製造を行っている。セメントメーカーにおいて最終的なユーザーの要求を理解し、製造に活かすためには、土木系学科卒業生の活躍が不可欠である。主要大学の土木系学科全卒業生の内セメントメーカーへの就職率は0.5%前後であり、建設材料の中に占めるコンクリートの比率が大きい割に大変少ない。セメントが建設材料に占めるウエイトは今後も不変であることを考慮すると、セメントメーカーからの「コンクリートの学校教育」への意見は、重要な意味をもつものと思われる。

### (2) アンケート調査とその結果

#### a) 最終学歴、卒業後(修了後)の年数および職種

回答者は日本セメント、小野田セメントおよび住友セメントに勤務する大学および高専の土木系学科の卒業生(修了生)54名である。回答者の最終学歴は、大学の学部卒業生と大学院修了生が全体の94%を占めた。卒業(修了)後の勤務年数は、0~5年が30名(57%)、6~10年が8名(15%)および11~15年が7名(13%)で、入社後15年以内が全体の85%であった。社内での職種は研究関係が36名(68%)、営業関係が11名(21%)であった。

#### b) 就職先決定の際の志望状況

回答者の勤務先の志望順位は、第1志望が64%であり、第2志望までを含めて実に81%であり、また、勤務先への志望の決定も、「自分で」が全体の68%、「先生の薦め」が26%であった。すなわち、土木系学科卒業生の志望先として、官公庁、総合建設業、コンサルタント業などが大多数を占める中、自ら第1志望に素材企業のセメントメーカーを選択したことは、自分の意志決定にフラフラしがちな現代の学生気質と幾分異なり、はっきりした動機があるような結果となった。しかも、回答者の卒論の66%および修論の80%が「コンクリー

ト関係」であり、セメントメーカーへの就職希望の動機も卒論、修論のテーマと大いに関係があった。

### c) 大学、高専の講義への意識

大学、高専における代表的な講義名を回答者に提示して、就職後に役立つ講義を好きなだけ選択していただいた。多い順に「コンクリート工学」、「土木実験」、「卒業論文（修士論文）」、「材料（構造）力学」となった。特に、「土木実験」および「卒業論文（修士論文）」を通じて、自分で考え、触れ、討論し、眼で見て判断した内容は、就職後も大変役に立ったとの意見が多かった。現在、大学での実験関係がより簡素化の傾向に向い、3K的な実験内容が影を潜めつつあると聞くにつけ、あまりに学生意向に遠慮した内容では、本当に学生の将来のためになるか疑問を感じた。

セメントメーカーに勤める立場から、「コンクリートの学校教育に望むもの」に関する意見を要約すると、以下ようになる。

①土木材料（コンクリートを含む）実験関係のうちの基本的な内容について重点的な指導を。②講義を通じて、教える教育のみならず、教えない教育も。③コンクリートの学際領域、例えば、多孔体、界面化学、粉体工学などの講義も。④経済性の概念も講義に反映させて。⑤構造、数学、水理学などの基礎にもウエイトを置いて。⑥セメントは正しい施工および材料設計で本来の性能を現すとの教育を。⑦講義中の内容に関連する工場あるいは現場の見学も。⑧コンクリートの現状（新技術、問題点）に関する講義も。⑨実験設備の充実を。との意見が寄せられた。まとめると、実験、実習の充実、学際分野（コンクリートの境界領域）に関する講義の設置、基礎学力の充実が、回答者の切なる希望であった。

### (3) あとがき

「土木」の名称が少なくなる昨今、実体ははっきりつかめない名称が「土木」に代わって増えつつあるが、建設材料の内、現在なお最も有力な材料である「コンクリート」がさらに進歩し、社会資本の一助となるためのさらなる努力が必要であると思われる。（岡本享久）

## 7. 総括討議 コンクリート教育への提言

### 7.1 パネリストから—コンクリート教育への提言—

#### (1) はじめに

教育の前にコンクリートの名がつく限りには、土木工学の中でのコンクリートの位置づけを認識しつつ考える必要がある。筆者には、教育に対し確信のある提言をする事ははなはだ困難なことであるので、普段感じていることを述べさせて頂いて、討議の材料にして下されば幸いです。

#### (2) コンクリート教育の目的

筆者は、コンクリート教育の目的は、学生達がコンク

リート教育によりコンクリートに関心を持ち、卒業後、コンクリート技術にあるいはそれを母体とした業務に携わることによって、やりがいを感じ、自己の存在性を評価され、所得にも裏付けされた豊かな生活を送れること、と認識している。

#### (3) 背景

(2)の目的を達成するための背景には、教育する側、教育される側および学生の受け入れ側の3つの立場があるが、筆者は次のように理解している。

##### a) 教育する側

コンクリート工学はセメント化学から高度な非線形解析まで、取り扱う範囲は他の分野の比較にならないほど広い。しかし、教官数は土木の全教官数の約10%と相当に少ない。土木社会においてコンクリート技術が影響力の強い立場にあるとするならば、また学生教育に不可欠な普遍的な要素を持っているとするならば、これは是正すべき問題点の一つと考えるのが自然である。

##### b) 学生

コンクリート工学は人気の無い分野としばしば言われており、筆者の大学においてもその傾向はある。しかし、例年最も人気があるといわれている研究室の学生の卒業研究に対し、“高校生では出来ない点はどこか”と質問したところ、研究室の配属希望が大きく変化した（筆者の大学では3年生に卒研発表を聞かせている）。学生達は、やはり、“何が大切か”を考えるのである。

##### c) 受け入れ側

就職の担当者の方々が異口同音に言われることは、基礎学力がしっかりしており、フレキシブルで明るい人物が欲しい、である。コンクリートをやっている学生が欲しいということはこれまで無かった。むしろコンクリートに拘るのは困ると言った人はいた。ゼネコンでさえ、ある会社の人事担当者は、数学と英語をみておけば十分です、といわれ、コンクリートだけの話ではないが専門科目による人物評価の必要性は否定された。またあるゼネコンマンは、コンクリートでははれていますよ、との考えも披瀝された。

この様な受け入れ側の意見は、筆者の経験の範囲のものであるが、これが多数を占めるようであれば、コンクリート技術教育それ自体がというよりそれを通じて得られる何かが重要ということになる。それは一体何であろうか？

しかしながら、セメントメーカーやコンクリート専業会社の技術者、研究者が高い給与を得、仕事内容に強い意義を感じる環境にあれば、直接的にコンクリート技術教育の重要度が必然的に高まると思われる。

#### (4) 結論

以上の考察から、コンクリートの教育の目的を達成するために、優秀な学生がコンクリート研究室を希望する



ような3年生までの学部教育が先ず大切ということになる。そのためには、コンクリート系の教官の充実が大切で、配属後の学生がやりがいのある研究を出来るよう、また将来もコンクリートに出来る限り拘りたいと思うように、教官自らの研究能力の向上に努めることも当然重要となる。

#### (5) おわりに

コンクリート教育への提言ということであったが、とても提言など筆者には荷の重いことであるが、普段考えていることを述べさせて頂いた。討論の話題になれば、またご批判を頂ければ幸いです。(佐藤良一)

### 7.2 パネリストから—コンクリート教育の可能性—

#### (1) はじめに

1980年代中頃までは産業界の景気変動を後目に、一入大学は浮世に超然と構えていることができた。しかし、世の中の動きから大学の態勢があまりにかけ離れ過ぎ、さらに、大学への就学人口の激減が予測されることから、ようやく大学にも改革のメスが入ってきた。1980年代後半からは、改組や自己評価といった動きが全国的になってきて、中でも、教養部の改革・廃止は非常に大きなインパクトを与えている。同様に、工学の専門教育においてもカリキュラムが大変革を迫られており、学生の志向とも併せて、ハード系からよりソフト系の科目へと移行している。

そのような状況の中で、自らの反省も含めて、コンクリート工学を教育科目とすることの意義を考えてみることにする。

#### (2) コンクリート教育の必要性

まず、原点に戻って、コンクリート工学を大学で教育科目とする必要があるかないかを考える。判断基準として、①その科目が有している教育的効果、および②社会的要請の有無を取り上げる。工学という観点からは、社会的要請の有無は非常に重要と考えられる。

材料としてのコンクリート、およびコンクリート構造は、科学的思考力を養う上で有効な科目である。すなわち、ある程度の理論を有し、それを確認する実験が比較的容易であり、しかも実物に近い規模の実験が可能である。さらに、材料および構造において、新しく開発する余裕も残されている。

次に、社会的要請として、社会資本を形成する材料としてのコンクリートの需要は今後も続くと思われる。しかも、現在のコンクリートは材料として完璧なものではなく、更に、大型構造物の需要や、環境問題の観点からの材料の改良への要求は、コンクリートに関する研究・教育の必要性を示している。

したがって、コンクリートは工学の教育科目として、その必要性は依然として高いと考えられる。

#### (3) コンクリート教育の可能性

コンクリート教育の可能性には、教育方法の可能性(改善)および教育成果の可能性が挙げられる。すなわち、コンクリートについて、「何をどのように教えるか」は、社会の要請や学生の志向に応じて、常に、新たな可能性を追求してゆかねばならない課題である。一方、教育成果に関しては、「コンクリートの学習を通して何が涵養されるか」を問い続ける必要がある。

教える内容については、材料面では、より一般的な材料科学としての扱いが可能ではないかと考えている。すなわち、粉体、粒状体の科学、流れ学の導入、セメント化学としての扱いであり、また、その方向に進むと、より広い分野が開けてくる。構造面でも、構造力学、破壊力学あるいは数値解析学等からのアプローチが、コンピュータによるシミュレーションと併せて、コンクリート構造の特性をより一般的に理解可能としてくれる。また、理解させる方法についても、手段としてのビジュアル化機器が発達しており、内容の工夫次第では相当効果があげられる。

教育成果としては、(2)でも述べたように、コンクリートは理論的追求がある程度可能であるとともに、それを実験的に検証することができ、しかも未解決の部分を担当残している。理論とその検証という反復プロセスは、自然科学の根底であり、その意味で、コンクリートおよびコンクリート構造は、自然科学的思考力を養うのに格好な科目となっている。更に、実験を通して、忍耐力、協調性も養うことができ、新しい発見の喜びも味わえる。

#### (4) まとめ

コンクリートに関する研究は、いわゆる「直ぐ役に立つ」工学的レベルから、真理の解明を目指す科学的レベルにも歩を踏み出しつつある。したがって、コンクリート教育についても、新しい方法が必要になってきており、また、その実現が望まれている。(丸山久一)

### 7.3 総括討議の概要

パネリストからの発言内容は、7.1, 7.2のようにそれぞれまとめられている。

4名のコメンテーターの発言を筆者なりに整理すると次のようになる。

#### 鈴木素彦氏(オリエンタル建設):

コンクリート工学を魅力あるものにするためには、時代と共に急速に進歩する新しい技術を絶えず取り込んで、その内容を刷新して行くとともに、その分野を広げていくことがまず必要である。さらに希望すれば、時代を先取りした教育によって社会より一歩進んだ取組みが可能になれば、学生は自然に集まってくるのではないだろうか。この意味で先端的な研究の役割が大きい。教育面では設計手法などについて示方書の細かい知識を詰め込む必要はなく、現象そのものを正しく理解させるよう

な教育に取り組むべきである。

安居邦夫氏（沖縄総合事務局）：

土木技術者は要素技術を総合化して初めて、社会のニーズに対応できる。広い視野を持った人材を育てることはこの意味で必須であり、コンクリート教育の目指すもの、学校教育の目指すものをこの視点から位置づける必要がある。コンクリート工学を、基礎教育を充実させるための一つのモチーフと考えれば、土質工学や水工学に比較して、コンクリートは実験も理論もアプローチし易いのが利点であると思う。

岸 清氏（東京電力）：

コンクリート教育を一つの方法論として工夫し改善への努力をして行くのは当然であり、今後も継続されるべきと思う。教育の議論をする場合には、教育の目的や対象となる学生の多様性を考慮する必要がある。組織の一員として望ましい人材の能力は情報をいかに正確にかつ効果的に伝えられるかと云う点であり、表現力・文章力を持った人材を育ててほしい。教育の現場で教育と研究の関係を明確化することは重要であり、多面性のある教育の中で研究をどう位置づけるか掘り下げてみる必要がある。

根上義明氏（清水建設）：

パネリストから発言のあった『やりがい・存在性』と云う価値観には同感である。私が出席したACIの大会の状況から日本との比較をすると、米国ではやりがいを持ってコンクリート工学と取り組んでいる人の多さ、特に教育面からコンクリート工学に関心を持っている人の多いのが目につく。学校教育では底辺を引き上げることも重要で、実務に支障を来さないだけの技術能力を学生につけさせて欲しい。実際に起こった事故からは、学び得ることが多くあり、研究や教育の対象としてもっと取り入れてはどうかと思う。

これ等の提言を基にして、会場からの参加を得て討議を行った。

まず、教育と研究の関係であるが、鈴木氏の提言にもあるように、研究は教育と相補性があり、高等教育では、進んだ研究を行うことそれ自体が教育にもつながる点が指摘された。

コンクリート工学の technology としての社会的意義については、現在まで広く認知されていることであるが、基礎教育の一貫としてコンクリート工学が、材料科学として成り立つのか否かの議論がなされた。丸山氏の提言ではまさにこの方面への関心が示されている。とかく、このような発想は実証主義を前提とするコンクリート教育者の間ではこれまで稀薄であったのは事実であろう。コンクリート工学の事象を他分野との共通点を意識し、体系化された理論の中で位置づけることが必要であるとの意見が出された(岸氏、長滝氏ら)。

次いで、教育内容の客観的評価を対象に議論が行われたが、自己評価の事例紹介など会場から多くの発言があった。教育の評価項目、シラバスの作成、学生へのアンケート(授業内容に関する)、教育業績の表彰制度(日本および外国の例)、第三者による評価など、議論は沸騰した感があったが、結論をまとめるには到らなかった。

論文発表の中では岐阜大学から「委員会ですること」の提案をいただいているが、これらの問題は是非その中に加えて、次期委員会で御検討いただきたい。

最後に今回のシンポジウム全般から、議論の骨子となったテーマとして次の5つの項目を集約した。

- (1) 教育の目的と内容の明確化
- (2) 教育の客観的評価
- (3) 基礎的応用力を重視した教育
- (4) 社会のニーズを考えた教育
- (5) 教育現場の設備の質的・量的向上

この中で設備については教育用コンピュータソフトを含める。汎用性のあるシステムは、多くの教育機関に普及させるべきで、開発者の努力がむくいられるための制度づくりが必要であろう。

教育は、教える人・教えるテーマ・教える方法の三要素で向上するが、テーマや方法は人が定める。したがって、教育にたずさわる人々の自己研鑽や自己努力にかかる比重は極めて大きい。この意味からもコンクリート教育研究小委員会の今後の活動に期待するものである。

(田澤栄一)

## 8. あとがき

本シンポジウムは、コンクリート教育にからむ諸問題を“未来への発展の可能性”の点からとらえ直すことを一つの目標にして企画したものである。アンケートや発表論文の中から浮き彫りにされた事柄は、教育現場における切実な声を含む広範囲な内容となった。本報の各セッションで報告された事項はそれぞれが、教育の改善へ向かっての貴重な提言となるものである。その一つ一つが具体的な教育の改変につながって行くことを切に望みたい。

研究室・実験室は学生が人間形成の大切な時期を過す場として、言わば社会の縮図でもある。この意味で教育の内容や方法の改善ももちろん必要であるが、何にもまして熱心に教育と研究に取り組む教師自身の姿勢が大切であることは再確認しておきたい。

今回のアンケート活動、ならびにシンポジウム開催を通じて教育に関して今後も論議をつくしていくことの重要性を痛感している。教師自身が我が身を省りみる機会としても、末永くこのような集いを続けて行く必要があるものと思う。平成6年からの新委員会は今回の論文の中で具体的かつ斬新な教育への御提言をいただいている

岐阜大学小柳治教授を委員長として、21世紀にむかっ  
ての新しい展開を期待する次第である。

最後に今回のシンポジウム開催にあたり、格別のご尽  
力をいただいたコンクリート委員長滝重義委員長、沖  
縄開発庁沖縄総合事務局山口嘉之次長、堀田成郎技術管  
理官、安居邦夫企画調整官、琉球大学具志幸昌教授、大  
城武教授をはじめ、コンクリート教育研究小委員会委員  
各位ならびに通信委員の方々に対して深甚の謝意を表す  
る。

(田澤栄一)

#### コンクリート教育研究小委員会委員(平成5年)

田澤 栄一(委員長)	辻 幸和(副委員長)
荒川 敏雄	黒川 章二
佐伯 昇	佐藤 良一
外門 正直	浜田 純夫
福手 勤	二羽淳一郎
松下 博道	丸山 久一
宮川 豊章	菊川 滋
山崎 淳	万木 正弘
吉川 弘道	

#### コンクリート教育研究小委員会通信委員

##### (北海道地区)

上田多門	尾崎 訊	櫻井 宏	外崎 忍
高橋義裕	長森 正	堀口 敬	前川静男
三上敬司			

##### (東北地区)

大塚浩司	小梁川 雅	川上 洵	小出英夫
庄谷征美	菅原 隆	原 忠勝	藤原忠司
三浦 尚	山ノ内正司		

##### (関東地区)

出雲淳一	伊藤利治	植田紳治	大賀宏行
大即信明	小川信夫	小沢一雅	加藤清志

加藤茂美	川口直能	北村直樹	黒井登起雄
國府勝郎	越川茂雄	小玉克巳	坂本信義
佐久間雅孝	迫田恵三	佐藤良一	関 博
辻 正哲	椿 龍哉	西澤紀昭	橋本親典
福澤公夫	古川 茂	丸山久一	満木泰郎
三浦一郎	睦好宏史	山崎英樹	山本泰彦
米山紘一	中村 光		

##### (中部地区)

浅草 肇	阿部孝弘	梅原秀哲	太田 実
川上英男	菊川浩治	柴床征治	島崎 磐
竹本邦夫	月岡 在	鳥居和之	中嶋清実
二羽淳一郎	平澤征夫	不破 昭	松並仁茂

##### (関西地区)

尼崎省二	岡本寛昭	角田 忍	小林和夫
高科 豊	玉井元治	戸川一夫	豊福俊英
仲矢智厚	真嶋光保	松井繁之	宮川豊章
宮本文穂	山路文夫	山田昌昭	矢村 潔

##### (中国四国地区)

天羽和夫	綾野克紀	市坪 誠	伊藤秀敏
井上正一	工藤洋三	小島 肇	島 弘
高海克彦	竹村和夫	長友克寛	西頭常彦
松木三郎	米倉亜州夫		

##### (西部地区)

石川達夫	出光 隆	江本幸雄	大津政康
大塚政典	斎藤利一郎	坂田康徳	高山俊一
武若耕司	田中光徳	玉田文吾	中沢隆雄
中村裕一	原田哲夫	牧角龍憲	丸山 巖
三浦正昭	宮川邦彦	門司 唱	和仁屋晴謙

(とりまとめ 辻 幸和)

(1994.1.6 受付)