

— 委員会報告  
**Committee Report**

# 委員会報告

## コンクリート教育の取組み方

### VIEW AND FUTURE OF CONCRETE EDUCATION

コンクリート教育研究小委員会

By Research Committee on Concrete Education

#### 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、①大学・短大・高専におけるコンクリート工学の教育担当者とコンクリート委員会との連携を強めること、②コンクリート教育の現状と問題点を調査して、より魅力ある教育を考えること、③教育者と実務者との交流・情報交換を進め、教育に反映すること、④コンクリート標準示方書・指針類の教育への反映方法を検討すること、などを目的に昭和62年末に設置されている。平成元年末までの約2年間における河野 清委員長のもとでの活動内容は、土木学会論文集、第414号/V-12(1990年2月)に「コンクリート教育の現状と展望」と題して報告されている。

小委員会は委員17名と通信委員89名により構成されている。平成2年1月から委員長および委員の半数が交替し、現在までに小委員会3回、幹事会2回を開催している。これまでコンクリート教育の現状と今後の展開について議論を進めてきたが、コンクリート教育の取組み方についての現状報告と問題提起を行うことになったので、以下に報告する。(藤田嘉夫)

#### 2. 土木工学教育におけるコンクリート工学の位置づけ

土木工学の分野には大きく分けて、計画部門、水工学部門、環境衛生部門、土質基礎部門および構造材料部門がある。また、対象別に分類すれば、道路工学や橋梁工学、発電工学、河川工学などがあり、この中にコンクリート工学がある。コンクリート工学はこれらの多くの分野

を具現するのに欠かせない分野である。なぜなら構造物のほとんどはコンクリートで構成されているか、コンクリートの上に造られているからである。

現在、コンクリート工学はほとんどの大学の土木工学部門の中に存在し、教育と研究が行われている。また、国公立の土木研究所の中にはコンクリート研究室が存在することが多く、民間の研究所の中でもコンクリートを対象として専任の研究者が活躍している。

コンクリートの特徴は、コンクリートという構造材料や部材、構造物そのものを取り扱うのみでなく、それを構成するセメント、水、骨材、混和材料や施工法も取り扱うことである。コンクリート工学としての技術的成果は河川や道路、鉄道その他都市の活動をも支えるものである。このことは、図-1に示すようにコンクリートが土木工学のほとんどあらゆる分野と関係を持ち、これらを支えていることにはほかならない。

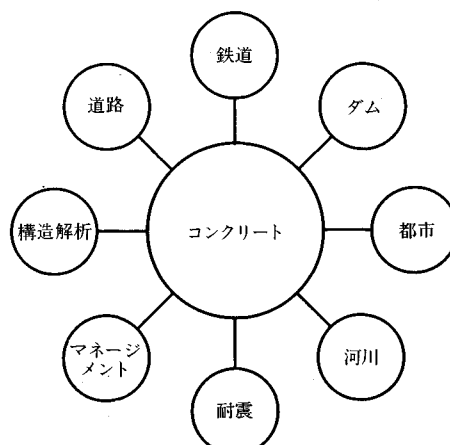


図-1

土木工学の中でコンクリート工学の教育と研究をやめたとすると、図—1の各分野ではそれぞれがコンクリートの教育と研究を独自に行わない限り、信頼できる社会施設を具現することは困難である。セメント化学の専門家にコンクリート工学を委ねることなどは不可能なことである。

一方、コンクリートで一学科を構成し、コンクリート工学科とするのはどうであろうか。この場合、研究は著しく進むと思われるが、教育の点で土木工学全般を学ばせるのは困難であるので、学部レベルでは必ずしも得策ではないと思われる。国立、公立のコンクリート工学研究所であれば教育を切り離せるので、存在の意義は相当にあるものと思われる。しかし大学の組織としては、コンクリート工学科の設置が必ずしも適切ではないので、これに置き換わるものとして土木学会のコンクリート委員会や日本コンクリート工学協会、PC技術協会などでの活動が大きな役割をもつものと考えられる。

大学でコンクリート工学の教育を行うことにより、実験では材料の化学的、物理的性質、施工、構造挙動などを具体的に知ることができ、土木材料学、鉄筋コンクリート工学やプレストレストコンクリート工学の講義では理論や解析、設計、構造挙動などを学ぶことができるので、学生にとっては貴重な勉学の対象であるといえる。

なぜコンクリート工学が土木工学の教育と研究の中で相当な比重を占めているかといえば、コンクリートが大量に用いられているからである。コンクリート自体が複合材料でありながら、さらに鋼材などと複合させてその適用範囲を大幅に拡大している。このことから、コンクリート工学という大きな分野を教育する方法として、学問の発展性を考えた場合、材料と複合、材料複合の力学、コンクリート構造学（材料複合構造学）といった名称の方が現在の土木材料学、鉄筋コンクリート工学、プレストレストコンクリート工学という名称よりも好ましいものと思われる。このようにすることにより単にコンクリートのみならず鋼材や新材料などをも大幅に取り込んだ分野に発展させることができるものと思われる。コンクリート工学はこれらの新しい名称の科目を総合したものの名称とすればよいのである。

以上のように、土木工学の中でコンクリート工学は大きな役割をもつものであり、構造学、設計学、施工学、化学、鉱物学などの多くに興味と素養をもつ真剣な人材を教育者にもつことが重要である。

(池田尚治・鈴木素彦)

### 3. コンクリート工学教育におけるカリキュラム上の問題点

教育の内容と手段について考える場合、カリキュラム

を教育のコミュニケーションのためのインストラクチュアとみなせば、カリキュラムについて熟考し、良いデザインをすることが望まれる。その設計仕様としては、教育効果として技術や学術の価値とその背景にある意思に対する洞察力を与えることにおいて学習者にとって最小エネルギーで最大効果を挙げるものであるとともに、親和性のあるものであることを目指すのもひとつの方向であろう。

教育においては、与えることとともに学習者の潜在能力を引き出すことが目的とされるのであれば、教え過ぎることの逆効果についても留意すべきであろう。

すでに種々の機会に試みられたカリキュラムに関するアンケートや分析において多数の関係者から指摘された課題のうち今後の方向性を打ち出すことが望ましいもののいくつかを列挙すれば下記のようなものである。

(1) 総時間数、単位数が多すぎる。

(2) 授講時期について、従来とは逆に、実務や技術の最先端を紹介してから基礎的なこと、学理などに掘り下げるのが望ましいとの意見もある。

(3) 従来の教科目の名称が、技術や学術の進歩や変化に対応していない。

(4) 従来の教科目の内容に不足が感じられる場合、それを補うために新しい教科目を起こし、新しい土台のうえに内容を組み変えることが望ましい(例として、物質科学の進歩、解析方法などがある)。

(5) 教科書、参考書、スライド・ビデオなどの視覚を重視した教材のモデルの作成への要望がある。

(6) 授業方法として、従来の体系的講義のほか、1つのテーマにつき1コマで完了するような講義や、設計・演習・ゼミナールの方法を再考する必要性や、必修・選択の区分をいかに行うか等の指摘もある。

これらの問題について、活発な論議を交わし、叩き台としての1つのモデルを作成してはどうであろうか？モデルの存在は、教育の画一化へ向かうのではなく、教える側、教えられる側すべての人々の独創性・創造性を明確に写す鏡となり、教育のよりよい展開を加速する一助となれるのではないか？ (田辺忠顕・山崎 淳)

### 4. コンクリート構造の系統的教育方法について

#### (1) 構造工学教育とコンクリート構造

教育体系の観点から構造工学全般に関する教育を考えると、①材料力学、応用力学、構造力学などの基礎的力学科目、②コンクリート構造、鋼構造、土質・岩盤工学など特定の材料の力学を取り扱う科目、③橋梁工学、港湾工学、河川工学など、特定の分野の構造物を扱う応用科目、の3領域に分類することができる。そして、基礎的力学科目→特定材料科目→応用科目の順に履修するの

が一般的であろう。したがって、コンクリート構造の教育内容は、基礎的力学科目の修得を前提として組み立てられ、種々の分野への応用は応用科目の教育に委ねられるのが通例と考えられる。

このような状況は鋼構造や土構造にも共通であり、したがってコンクリート構造の教育は、構造工学全体教育の中で考える必要がある。しかし、学生がこのような位置付けを正しく認識し得るよう十分な配慮がなされているかについては、改めて見直す価値がある。以下にくつつかの留意点と提言を述べてみたい。

まず、コンクリート構造の教育の担当者は、基礎的力学科目の内容に関心をもち、積極的に両者の連携を高める努力が必要である。たとえば、基礎的力学科目において単純ばりの断面力を求める問題や不静定構造の解析に、コンクリート構造や鋼構造とわかる例を取り上げることは、学生が構造工学全体を有機的にとらえるのに効果がある。また、すでに一部の教科書にみられることであるが、中心軸圧縮力を受ける RC 柱の応力分担の問題のように、弾性体の力学の知識のみで簡単に理解できるものは、基礎的力学科目の中に取り入れてあれば、複合材料への入門として役立つ。

コンクリート構造の教育では伝統的に断面強度の計算に偏重している傾向がみられるようである。構造系のモデル化や構造解析、部材の変形など、構造物全体に目を向ける機会を多く用意することが、基礎的力学科目との関係を理解するのに有用と考えられる。

限界状態設計法の採用により、弾性体の力学を中心に教える基礎的力学科目とコンクリート構造との間の関係が薄れたかのごとく誤解を生まないよう配慮する必要がある。非線形材料に対しても弾性解析の工学的価値は何ら変わらないからである。

鉄筋コンクリートはひびわれを許容するところに特徴があるが、これを強調しすぎると他の構造材料とは全く異なる次元にいる感を与えるおそれがある。コンクリート構造も鋼構造、土構造も本質的に同じ力学体系から派生していることを理解させるのが肝要である。たとえば、はりの曲げ応力の算定において、コンクリートの引張抵抗を無視する場合にも、換算断面を用いることにより、通常の弾性ばりの式が成立することを示すだけでも、効果がある。

## (2) コンクリート構造の体系的教育

コンクリート構造の特徴は、鋼とコンクリートとの複合性から生まれるが、それは両者の単なる重ね合わせではなく、それ以上の相乗効果を発揮している点で特筆に値する。その反面、力学的性状がきわめて複雑であり、これをいかに教えるかは教育者にとっての難問となっている。

コンクリート構造の教育の立場からその内容を体系的にみれば

力学的性状→そのモデル化→設計法  
(理論、実験式)

の3段階を考えることができる。従来用いられてきた許容応力度設計法では、力学的性状とそのモデル化との間のギャップがあまりにも大きく、そのため真の力学的性状を教える意欲を損なう結果を招いていたように思われる。

それに対して限界状態設計法の採用は、三者の関係を明快にする結果となり、コンクリート構造の体系的教育を可能にしたといえよう。各種限界状態に対し、その力学的性状と設計法とを、モデル化を介して説明することが容易になったからである。

しかし、学部教育ではコンクリート構造に与えられる時間は限られており、上記の関係をいかに効率的に教えるか、教育者の力量が問われるときにあるともいえよう。

コンクリート構造では実験式が多くみられる。実験式は理論式と異なり、一般に教えるににくいといわれている。しかし、理論も結局は仮定に基づくものである。たとえば、はりに斜めひびわれが生じれば、慣用の曲げ応力理論は実際と矛盾を起こすが、モーメントシフトがそれを補ってくれる。結局は真の力学的性状をしっかりと理解すれば、実験式も理論式と同じレベルで理解されよう。

コンクリート構造の教育では主として樫部材を取り扱わざるを得ないが、実際の構造物への応用に触れることは、学生の興味を高めるうえで特に重要と考えられる。PC 斜張橋、海洋構造、大深度地下構造、宇宙構造などを紹介してみたい。

(角田與史雄・吉川弘道)

## 5. 視聴覚機器の利用によるコンクリート教育の改善について

大学教育の基本は、受講する科目が学生本人にとっていかに重要であるかを、意義づけさせることができるか否かであると考えている。具体的には、なぜコンクリート工学等の科目を受講し、苦勞して修得しなければならないかを認識させ、理解させることである。そのような認識や理解がなされたなら、学生の受講態度も真摯となり独習効果も大いに発揮されることになる。そして、吉田徳次郎先生の教えない教育<sup>1)</sup>の効果が格段に得られるのである。

そのためには、ビデオ、OHP、スライド、映画等の視聴覚機器を設置し、活用することは重要である。また、パーソナルコンピュータ(パソコン)やポケットコンピュータ(ポケコン)も、教育用になくはならない機器となってきた。それぞれの機器を用いて、学生の関心や興味を深めて、コンクリート教育の効果を高めていく

ことが必要である。

### (1) ビデオテープ、映画フィルム、スライドライブラリーの整備

これら視聴覚機器の使用は、新材料や新工法の紹介において、材料が入手できない場合や現場見学の代わりに活用される場合等に、その教育効果が特に大きいとされている。映像というものは素晴らしく、強烈な印象を与えるものである。

この場合に各教師が頭を悩ますのは、これらのビデオテープ、映画フィルムおよびスライドの入手である。市販されているものも多いし、土木学会やセメント協会等では、貸出しのサービスを行っている。各官公庁、建設会社、材料メーカーなどでは、毎年多数のビデオ、映画、写真が製作されているが、これらの学協会に寄贈されるものは少なく、まして、教師個人が入手するのは困難である。また、貸出しリストの情報が遅く、借出しに手間がかかることも、利用しづらい点である。

土木学会、セメント協会あるいは日本コンクリート工学協会などが中心となって、ビデオテープ、映画フィルムおよびスライドのライブラリーを整備し、簡単に利用できるシステムを作ることが急がれる。

### (2) パンフレット類の活用

写真の豊富なパンフレット類も、視聴覚教材として有用である。施工時や竣工時のものだけでなく、コンクリート構造物が日常の社会生活で、地域のランドマークやモニュメントとして、あるいは周回の景観に溶け込んでいるものとして、取り上げられているものも良い。

OHP、スライド、映画は、写したときの感動は深い。これも非常に重要だが、記録として手元に残したい学生の要望も多いと考えている。OHP やスライドで効率良く説明しても、後でなかなか思い出せないものである。そのため、OHP の図表をコピーして手渡すことは有効である。枚数が多くなりコピーの手間と費用が大変ではあるが、そして、セメント協会から発刊されたPRパンフレットのセメントシリーズ等のように、コンクリート関係者だけでなく、土木工学専攻の学生や一般の市民の方にも配布されるような企画が望まれる。

### (3) パソコンのプログラミングについて

コンクリート教育においても、パソコンやポケコンの利用が活発となってきている。この場合、たとえばパソコンをRCの断面計算や構造物の設計に利用するには、市販のプログラムを一部使わざるを得ないだろう。それは、プログラムをすべて作成させることが困難なためである。すなわち、時間的な制約だけでなく、プログラミングという煩雑な根気の要る作業、特に忍耐が要求されるバグ取りの作業の過程において用いた理論式および設計のフローを理解させることは、あまりにも要求が過大

となる。しかしながら、反対に市販のプログラムを利用すると、これらの点がブラックボックスとなりやすい。

コンクリート工学の教育において、プログラミングのどの部分を必要最小限で修得させるかについての検討がなされ、コンクリート工学そのものの魅力に学生の興味を向けさせることを、もう少し考える時間に来ていると思われる。

以上のいずれにおいても視聴覚機器や機材は、あくまでも教育の方法、手段、道具であることを忘れてはならない。教育は、教師と学生との人間的な触れ合いを通じてなされるものである。そのため、教師の熱意や、情熱、自信の裏付けがあってはじめて、視聴覚機器や機材の利用が効果的となるのである。 (辻 幸和)

## 6. コンクリート工学実験の内容改善について

実験は学生に理論的検証と、現象の把握と理解を容易にし、また、予想に反した結果が出た場合は、その原因・理由を考察し追究することで、問題解決の喜びと深い理解を可能にする。したがって、その教育効果を高めるためには、実験内容の改善について実験方法・手順、指導方法も含めて今後とも検討を進めていく必要があると考え、それに関して総論的な意見を述べてみたい。

### (1) コンクリート工学実験の現状

昭和63年5月に実施したアンケート内容の結果によると、コンクリート関連の実験の中で現在行っている内容は、解答数129の約50%以上の実施を、多い順に示すと、セメントの試験では強さ(94)、比重(88)、凝結(67)、粉末度(61)、骨材試験では比重および吸水率(117)、ふるい分け(117)、表面水率(112)、単位容積質量(102)である。また、コンクリートの試験では配合設計(125)、スランプ(126)、圧縮強度(126)、空気量(117)、引張強度(108)、曲げ強度(99)、静弾性係数(89)で、鋼材試験では引張り(105)、RC部材の試験でははりの曲げ(75)、であった。これらの詳細については“コンクリート教育の現状と展望に関するシンポジウム”論文集<sup>2)</sup>を参照されたい。

### (2) コンクリート工学実験の内容の改善

現在実施されている実験の平均的内容は前述したとおりで、著者が学生時代に行った内容とほとんど変化していない。このことは、コンクリート工学の基礎的な内容が変化していないこと、限られた時間の中で複雑な、また、時間を要するものは実験内容として取り上げにくいことの原因によると考えられる。そこで、実験の目標をどこに設定するかで、実験内容だけでなく、実験方法、指導方法も含めていくつかの考え方ができると思われる。

### (1) 近年の科学技術の発展に即応する、新材料、新

工法, 新しい試験法, あるいは, 限界状態設計法を理解させるための部材の試験などに関することを応用実験として実施する. この場合, 学生実験として限られた時間の中で, どの内容を, どのような機器を用いて, どのような方法で実験をすることが可能か, それによって教育目標を達成することができるかを十分検討する必要がある.

たとえば, 骨材およびコンクリートの塩分含有量試験, アルカリ骨材反応に関する試験, 中性化試験, 非破壊試験に関するもの, プレパックドコンクリート, 鋼繊維補強コンクリート, 各種混和剤の効果試験(高性能減水剤, 水中不分離性混和剤)など.

(2) コンクリート工学の基礎的内容を, 学生に興味をもたせながら学習させるために, 講義, 実験, 設計製図の教科目を効果的に関連づけるシステムについて工夫・改善を図る<sup>3)</sup>. たとえば, セメント, 骨材の物理試験…示方配合の設計…PC 桁の設計と製図(断面寸法と鉄筋量, 各班ごとに桁の破壊状況が異なるようにする)…RC 桁の製作(鉄筋組み, ひずみゲージ貼り, 現場配合, コンクリート打設)…桁の曲げ破壊試験(ひびわれの観察, 曲げ耐力, 破壊状況の観察)…解析(理論値と実験値)

(3) 実験方法・手順, 指導方法や評価法についての改善<sup>4), 5)</sup>, たとえば

- a) テキストの整備
- b) 予習の徹底化(目的, 原理, 方法などをプレレポートにまとめて提出)
- c) 直接対話指導
  - ① 実験開始前(テーマの説明, 要点, 注意事項)
  - ② 実験中(実験の進め方と考え方を質問)
  - ③ 実験終了後(結果の討議, データのチェック)
- d) ポストレポート提出(班単位で面接テスト, 理解度やレポートの内容についてチェックする)
- e) 評価(レポート, 面接テスト, 直接対話指導中の態度)

(4) 実験授業の勧め<sup>6), 7)</sup> 教科書だけの講義では理解しにくい内容については, できるだけ物を見せて, 学生に興味をもたせ理解しやすいように工夫をする. これは, 内容によって実験ではなくビデオ, OHP 等視聴覚機器利用に代えても良い. 何をビデオで何は実物を示すか検討する必要はある.

教育効果を高めるためには, 学生自身がやる気を起こすような教育場面の設定が必要であり, そのためには実験内容や実験方法・手順, 評価方法について各教師が十分研究し, 授業を進めることが大事である. 各学校によっても実験に対する目的の設定も一様ではなく, 教育設備, 教育環境も異なるので, それぞれの学校に合った内容・

方法を検討する必要があると考える.

(植田紳治・児島孝之)

## 7. 新材料, 新工法の開発とコンクリート教育

21 世紀を目前にひかえ, 国際化・高度情報化・高齢化・都市過密化などの社会情勢の変化の下で, ウォーターフロント・ジオフロントといった新しい空間の利用を例にとるまでもなく, 構造物に対するニーズは多様化・多機能化しつつある. 一方では環境問題に関する人々の意識に変化が認められ, 防災の概念が質的に変化しはじめていともいえる. このような背景で新材料の利用・新工法の開発が積極的に推し進められるとともに, 従来の建設技術に, より人間的な新しい視点を導入することも一方では求められつつある.

コンクリート技術の分野に限っても, 新しい構造材料制御材料・機能材料の活用により, 構造物の大型化・高性能化, 施工の省力化・迅速化を図る新しい工法の開発が随所で行われている. この中で構造物の美観・施工の脱公害化・作業の単純化・安全化といった人間的な要素がその重要性を増していることを見逃してはならない. また, 一方では耐荷力に偏るきらいのあった構造物設計の視点を, 耐久性をより重視した考え方に切り換えるべきとの大方の意見もある.

このような状況の下で, 自然界における物質変化の原理をより深く見極める能力が技術者には要求されている. 新材料の開発では既存の材料の特性をより深く理解し, 新しい使用法や組合せを探究するばかりでなく, 材料の生成条件をより広い範囲で制御することにより, 新材料そのものを創り出すことも研究の対象になりつつある. そのために, 材料の生成の実態・自己応力の発生メカニズム・荷重や劣化外力による内部組織の変化などにつき, 時間的な推移を考慮したいわゆる動的現象としての把握が必要になっている. 新工法の開発では, 技術の現状と問題点に関し経験に基づく的確な判断がまず必要で, 次に新工法の効果を自然現象として正しく予測することが求められ, さらに深い人間性の理解に根ざした大局的判断が求められる.

このような広い分野に対応することは, 従来のコンクリート工学の内容ではもちろん, それを広げた材料学の内容でも十分とはいえない. さりとて力学を主体とする現在の土木工学のカリキュラムの中で, これに代わる科目を見出すことも難しい. さしあたり, やや知識主体とみれる従来の材料教育の内容を, 物理・化学またはその境界領域を主体とする基礎学問重視の内容に切り換えていくことがまず第一歩であろう.

また従来は純粋な基礎学問とは同列に扱われてこなかった分野ではあるが, 粉体工学・冶金学・トライボロ

ジー・レオロジー・機器分折法・地球化学・岩石学・破壊観察法・破壊力学・コロイド化学などの主だった内容は新材料・新工法の開発に必要な事項が多い。このような分野は材料学の一分野として土木工学に取り入れるのが自然な姿であろう。

さらに、環境をアメニティ・美観といった地域環境を主体とした観点ばかりでなく、さらにグローバルな範囲でとらえようとする、新カリキュラムが要求される。ちなみに、平成3年度入学生から広島大学の土木グループに新設される環境工学課程では、環境科学・気象学・環境保全論・環境心理学・生態系科学の5科目が履習指定になっている。環境保全から環境制御へと将来視点に変化し、新しい技術の開発がこれに関連して生ずることもあり得るであろう。デジタル解析を前提とし垂直思考能力を高めるための教育と同時に、水平思考的な教育分野の拡大も重要視しなければならない。

最後に新技術開発に従事する技術者の能力について、創造力の向上を求める声が強し。初等教育からの問題点を指摘する向きもあるが、大学教育の中だけでも可能なことから手をつけていくべきであろう。創造力は知識だけから生まれてくるものではなく、仮説設定能力にみられるような予見や洞察に対する能力の向上によって身につくものである。学生の主体性をより重視した教育システムを検討することが重要で、分析と統合の繰り返しの中で仮説検証のトレーニングをすることが有効であると思われる。卒業論文や卒業製作が現行のカリキュラムではこれに相当している。しかし、上記の点について十分な効果をあげているとは必ずしもいえないため、前述の指摘が生まれてくるのであろう。スタッフや設備との兼ね合いもあるが、たとえば一般の講義の中にも実験や小論文・研究ゲームなどを取り込み、てま・ひまをかけて学生の成長を見守るような教育システムが理想であろう。これを実現させるためには、産・官・学にわたる幅広い意見の交換と協調体勢が必要であり、教育の場自体も議論の対象にされるべきであろう。

(田澤栄一・万木正弘)

## 8. コンクリート教育への期待

土木学会コンクリート委員会、コンクリート教育研究小委員会が大学・高専等でのコンクリート教育に関して教育者以外の土木技術者に対してアンケートを行っている<sup>8)</sup>。これによるとそれぞれの立場によって、コンクリート教育への期待の内容は次のような傾向があると思われる。

・建設会社：入社してから具体的な内容については教育するので学校では基礎的知識の教育だけでよい。または、即戦力として働いてもらうため、現場で役に立つ教

育を望む。

・コンサルタンツ：即戦力となるよう高度の設計技術も教えてほしい。

・研究所・大学：研究者としてあるいは上級の教育を受けるため、高度の基礎知識の教育が必要である。

・官公庁：広く浅く全体の関連の教育が必要である。

以上のように、それぞれ自分に都合のよいように期待する傾向もあり、これらは立場によって大きく異なっている。したがって、このような場合、学校等における教育時間が十分にあればこれらのすべてを網羅するような教育をすることも可能かもしれないが、コンクリート教育の持ち時間が少なくなってきた現在、すべての立場の人の期待に十分応えることは不可能のように思える。さらに、学校では往々にして上記の期待をも無視し、教える先生の都合やプライド、あるいは興味を持ち方によって教育内容や教育レベルを決めることがあり、ますます期待される姿とは掛け離れるという状態となっていることも考えられる。

一方、土木技術者は多くの場合、国民一般のために物を作るのである。したがって、コンクリート教育に期待されている内容を一口でいえば、国民が期待するようなコンクリート（構造物も含む）が確実に造られることを目標にして教育する、ということであろう。

したがって、われわれ教育者は根本的教育目標に戻って、「何の教育を優先すれば結果としてわが国のコンクリート構造物が良い物になるか」ということをそれぞれ自分の学校の特徴をも考えて改めて考えなければならないのではあるまいか。それらは、場合によっては現在の土木技術者が考えた要望に沿わないものであるかもしれない。あるいは、モラル教育が必要と考えるのかもしれない。しかし、いずれの場合でも、これらは長い目でみて「期待されるようなコンクリートを確実に造る」という目標を見据えたものでなければならない。

(三浦 尚)

コンクリート教育に何を期待するか、それは人それぞれの職業や立場によって異なってくるものであり、一概には定まらない。ここでは、地方の私立大学でコンクリート工学やコンクリート構造工学を教育する立場から、期待するものを述べる。

### (1) コンクリートの Image

コンクリート教育を受けていない人でもコンクリートとは何であるかを知っている。そして多くの方はコンクリートの Image として“堅くて冷たい”，都市の“コンクリートジャングル”を思いめぐらすようである。

工学を学んだ人でも、コンクリートの Image とは“現場”であり，“土方，ヘルメット”→“3K，5K”と類推する人が多い。

どんなに素晴らしいコンクリート技術を教育しても、社会の Image が悪くて、社会から快く受け入れられなくては、その教育は生きてこないのではないだろうか。

沖縄県のコンクリートダムで、石造風的美観にするため発泡スチロールの型枠を用いたと聞く。また、ある芸術家が、コンクリートを素材にした作品を発表しているとも聞いた。コンクリートの Image の改革にとって非常に嬉しいことである。

コンクリートを教育する立場の人も、コンクリートの名称から類推される Image を改革するような講義をしたいものである。

## (2) コンクリートの講義について

コンクリート工学の講義用教科書の選定でいつも思うことがある。材料工学にしる構造工学にしる、教科書には土木学会の標準示方書や関連規定がギッシリと詰め込まれていて、講義する先生でも予習しなければ数値や語句を忘れてしまいそうになることである。コンクリート教育は重要である。しかし、そのエキスはそんなに多くあるはずはないと考える。

土木工学は総合工学的な要素もあり、細部にまで教育する時間は望めないし、学生の理解力にも大きな幅があり、最大公約数のエキスしか教育できないのが実状ではないだろうか。エキス以外は教科書以外の書物に委ね、興味ある学生はこれを読むことでよいと思う。学生を信頼したい。

先日、ハイパフォーマンスコンクリートについて、「この話は夢の世界ではないが、すぐには実用化には至らないかもしれないが…」と前置きして雑談風に講義で話したところ、多くの学生の目が普段とは違っていた。これでもいいのではないだろうか。

もっと、学生に夢のもてる、そして一般の人にもわかるコンクリート教育であってもよいのではないか。

最後に1つ、コンクリート構造工学について考えたい。コンクリート構造工学は、両親を構造力学とコンクリート工学にもつ子供である。物理化学的な両親からの一貫教育なしには理解できないと思われる。このような教育も、学際的領域の教育として、今後は必要ではないだろうか。

(松下博通)

## 9. 今後の展望とまとめ

以上、2～8. の7つのテーマについて現状報告と問題提起を行ったが、まとめると次のようになる。

(1) コンクリート工学は土木工学を構成する多くの分野にとって欠かすことのできない重要な役割を果たしており、コンクリートが社会基盤施設の主要材料として発展性の大きい複合材料であり、コンクリート工学教育が土木教育に必要なすべての要素を含んでいることか

ら、土木工学のなかでコンクリート工学の占める役割はきわめて大きい。

(2) カリキュラムについては、学習者にとって最小のエネルギーで最大の教育効果を挙げることができ、しかも親和性のあるものであることをカリキュラム構築の目的として、これまでアンケートや分析において指摘された課題のうちから、重要と思われる6課題を提案し、これらについて論議を交わしたうえで1つのモデルを作成する。このモデルは教育の画一化を意味するのではなく、これを参考によりよい展開へと発展させたい。

(3) コンクリート構造の教育については、構造工学とコンクリート構造の基礎的力学関係を明確に理解させ、力学的性状のモデル化と設計法への応用に関しても理解しやすいような体系的教育が必要である。また、学生の興味を高めるうえで、話題となっている実構造物を紹介することも効果的である。

(4) 視聴覚機器の利用については、各種機器類を整備して容易に利用できるようにし、各種PRパンフレットの活用、パソコン教育、ビデオ、映画などを通じて、コンクリート工学により魅力を感じさせるような視覚教育が効果的である。

(5) 実験については、最近の技術発展を理解させるための応用実験、基礎的内容に興味をもたせながら学習させるための工夫・改善のほか、実験方法、指導方法や評価方法の改善、視聴覚機器の利用についても検討が必要である。特に、教育効果を高めるためには、学生自身にやる気を起こさせることが最も重要である。

(6) 新材料、新工法については、取り巻く環境の多様化に対応できるように、物理・化学などの基礎学問を重視するとともに、今までより広い応用分野の知識、さらに広く地球科学の範囲まで広がる知識が必要とってきている。また、学生の主体性を重視した教育システムこそが、創造力の向上に効果がある。

(7) コンクリート教育への期待については、それぞれの立場によって内容が異なっているが、社会基盤施設を構成する主要材料として、一般市民が永年にわたって「期待できるコンクリートを確実に造る」教育を実現することにある。

いずれにせよ、学生自身がコンクリート工学に魅力をもち、自主的に勉強するような環境作りが大切であり、そのためには教官はあらゆる努力を払ってコンクリート教育の内容と方法に常に改善を加えていくことはもちろんであるが、自信と情熱をもって学生一人一人に接することが大切である。

当小委員会では、この報告を叩き台にして平成3年7月にシンポジウムを行うことを計画している。多数の方からの論文報告の応募とシンポジウムへの参加を期待し



ている。

最後に、本報告の作成にあたりご尽力いただいたコンクリート教育研究小委員会委員各位に対し、深甚の謝意を表します。  
(藤田嘉夫)

コンクリート教育研究小委員会委員 (平成2年)

藤田嘉夫 (委員長), 池田尚治 (副委員長), 植田紳治, 角田與史雄, 児島孝之, 鈴木素彦, 田崎忠之, 田澤栄一, 田辺忠顕, 辻 幸和, 福手 勤, 松下博通, 三浦 尚, 水口裕之, 山崎 淳, 万木正弘, 吉川弘道

参 考 文 献

- 1) 国分正胤：吉田徳次郎先生の御業績と教育理念，ダム技術，No.31，1989.
- 2) 出雲・植田・角田・水口：コンクリート教育の現状と問題点に関するアンケート調査，コンクリート教育の現状

と展望に関するシンポジウム論文報告集，土木学会，1989.

- 3) 丸山・一宮・亀野・秦：コンクリート工学実験と一体化した土木工学設計製図の実践的教育法について，コンクリート教育の現状と展望に関するシンポジウム論文報告集，土木学会，1989.
- 4) 津川昭良：工学基礎実験における即時評価方式の効用，工業教育，第30巻，第3号，日本工業教育協会，1982.
- 5) 吉田 直・吉田克雅：工学実験へのブレ・テスト，ポスト・テストの導入，高専教育，第4号，1981.
- 6) 津田成和：実験授業，工業教育，第30巻，第3号，日本工業教育協会，1982.
- 7) 尼田正男：学生教育としてののはりの力学実験，工業教育，第34巻，第3号，日本工業教育協会，1986.
- 8) コンクリート教育の現状と展望に関するシンポジウム論文報告集，土木学会，1989.

(1991.1.12・受付)