

委員会報告 「コンクリート工学の教育ツール研究委員会報告」

中塚 侑*1・谷川恭雄*2・吉川弘道*3・森 博嗣*4

【委員構成】

委員長 中塚 侑 大阪大学
 副委員長 谷川 恭雄 名古屋大学
 幹事 森 博嗣 名古屋大学
 吉川 弘道 武蔵工業大学
 委員 加藤 直樹 浅野工学専門学校
 河野 進 京都大学
 坂井 悦郎 東京工業大学
 鈴木 一雄 全国生コンクリート工業組
 合連合会中央技術研究所
 須田久美子 鹿島建設(株)
 十河 茂幸 (株)大林組
 橘 大介 (株)清水建設

委員 戸田 靖彦 (株)ポゾリス物産
 中西 三和 日本大学
 畑中 重光 三重大学
 早川 光敬 大成建設(株)
 藤井 栄 京都大学
 宮沢 伸吾 足利工業大学
 山下 裕康 (株)東京測器研究所
 吉岡 民夫 オリエンタル建設(株)
 米澤 敏男 (株)竹中工務店

【五十音順】

1. はじめに

社会基盤を支える重要なコンクリート工学の分野が将来にわたって、多くの優れた若者を集め、生涯働くに十分魅力ある職場・分野として一層発展していくための礎の一つに教育があると思われる。

一方、その変質が実感されるここ十数年の社会状況に対処して教育の変革を目指すため、土木・建築領域、コンクリート工学領域においても、シンポジウムや研究会が度々開かれたり、機関誌で特集が組まれたりして、種々の教育理念や教育法・教材などが提案・提示されている^{1~7)}。

本研究委員会の目的も、その社会的変質に対応して、コンクリート工学教育をどのように変革するべきかを考えるものであるが、教育理念よりむしろ技術的な観点に注目している点が特徴である。すなわち、どうすれば分かり易く、効率的に理解させ得るかという技術的な観点から、理論の厳密さを少しゆ

るめても直感的、体感的に分かるような教育ツール・ノウハウの研究を行ってきた。言い換えると、口頭や板書による授業・講義の補助線となるような、教卓上、ビジュアル、受講者参加をキーワードとした教育ツール・ノウハウ、具体的には、模型あるいは模型実験、動きのあるビデオ、鮮明で的確な画像など、利用できるあるいは有れば良いなど考えられるものを、制作方法、授業におけるポイント、さらにはキット・サンプルの購入方法などに関する情報も含めて、また画像情報(CD-ROMに収録)として広範囲にまとめてきた。

なお、本研究委員会は、1999年7月に、(社)日本コンクリート工学協会における研究委員会傘下の研究専門委員会として設置され、2001年3月まで活動を実施した。

2. 報告書の概要

本研究委員会は、その目的を教育ツール・ノウハ

*1 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻 工博(正会員)

*2 名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻 工博(正会員)

*3 武蔵工業大学工学部土木工学科 工博(正会員)

*4 名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻 工博(正会員)

ウの収集・とりまとめを特徴としているので、以下にその成果物である報告書の内容を具体的に記述する。なお、報告書目次、ツール・キットの主な例、ならびに画像情報の例を、後述の付録1、付録2と3、ならびに付録4に示す。

(1) 第2章では、コンクリート工学教育全般に関する現状、ならびに各種教育ツールの利用状況などについて調べた、アンケート調査の結果について述べている。視聴覚教育ツールとしてのOHPやビデオの長短所、これからのプレゼンテーションツールと見られるパソコンとビデオプロジェクトの課題などがまとめられ、それぞれの具体的な要望コンテンツが示されている。一方、模型、実物(サンプル)は対象を直感的、体感的に把握できアピール度も高いが、準備のための費用や労力など負荷が大きい。それ故、キット・サンプルとして製品化し安価に提供して欲しいという強い要望のあることが明らかにされた。

(2) 第3章においては、アンケートでの回答も含め、現在使用されている、あるいは考えられている教育ツール・アイデアの事例64例が、誰でもが容易に利用できるようにイエローページ的イメージで、同一フォーマットに則って整理・開示されている。

付録2に、主な事例を一覧として示すが、いずれの事例も類書で見られない次のような特徴を持っている。

- ①理論の実証を直接目指すのではなく、理論につながっていく実事象の確認を目的とする、言い換えれば、厳密さを少しゆるめても、理論の本質を直感的・体感的に理解できるような、授業の補助線としての教育ツール、ノウハウという、新しい切り口を持っている。
- ②実際的には、授業において、実験と理論の説明が相補的に並行できる、“教卓上”をキーワードとしたツール(模型、サンプル等)を、アンケートでの要望、“費用と労力の負荷が小さくて授業者が容易に採用できる”ようにキット化し、必要なときに購入できることを目標とされている。
- ③コンクリート工学に関する新しい広報メディアとしてのホームページの例を紹介している。

(3) 第4章では、付録1の目次におけるネーミングからも分かるように、第3章の単体事例などをいくつか組み合わせることによって、たとえば90分の授業を行うとしたときの応用例について述べている。授業者側のねらいによって様々な応用例が考えられ、今後数多くの事例が案出されることが望まれる。

(4) 各学・協会および企業などから教材や広報媒体として、数多くの有用なビデオなどが発刊されている。ライブラリーとして整理されている例もあるが、内容、入手方法や連絡先等に関する情報の整備は十分ではない。第5章では、コンクリート工学に関する視聴覚教材として利用できるビデオ・スライドに関する200余りの情報が、土木・建築の分野、材料・構造・施工の分類、キーワードおよび内容の概要、入手方法または連絡先とともに整理され一覧表としてまとめられている。

(5) 第6章においては、目次(付録1)に記された各企業が広報用として入念に製作した模型などで、教育ツールとして利用できるコンクリート工学に関する展示物、ならびに展示施設についての、全数で60にもおよぶ情報が、概要説明、所在地、および見学の可否などとともに紹介されている。これらの情報は最先端技術の理解を助けるばかりでなく、新たな教育ツール製作に大変参考になると思われる。なお、本章における全ての写真は画像データとして報告書の付録であるCD-ROMに収録されている。

(6) コンクリート材料・構造の授業において、鮮やかなカラーの画像が授業効果を一層向上させると感じるケースが多々ある。にもかかわらず、授業において必要度の高い画像情報が、教材という観点からまとめられたものがないので容易に入手できない。第7章では、この問題を解決するため、以下に示すような項目に関する画像情報を、概説とともに取りまとめている。すなわち、アンケートの結果から、現状の最頻利用ツールであるOHPや、これからのプレゼンテーションツールと予想されるパソコンとビデオプロジェクトなどのデータソースとして不可欠な画像情報を集め、全ての写真を報告書付録のCD-ROMに収録している。

取り上げた画像情報とその数は、セメント・コンクリート関係の各種の試験方法が98点、新材料が

25点、構造部材の典型的な破壊モードが108点、配筋の具体例が26点、施工法の具体例が43点、プレストレストコンクリート橋梁の施工が46点、およびひずみゲージの施工が101点である。

(7) 第8章は、模型やサンプルを実際に製作する際の利便性を考えて、各種材料の入手方法や問い合わせ先をまとめたものである。

(8) 付録として、第5章のビデオ一覧表、および第6章と第7章の画像データを収録したCD-ROMを添付している。これは、研究専門委員会としての初めての試みと思われるが、本報告書の大きな特徴の一つである。

3. まとめ

本報告書が、工業高校、専修学校、工業高等専門学校、大学等の学生教育、ならびに社会人の新人教育やリフレッシュ教育などにおけるコンクリート工学教育の変革に少しでも役立つことを願うものである。

【謝辞】 貴重な授業経験やオリジナルな教育ツール・情報を開示いただき、本委員会活動に多大な貢献を賜りました委員各位、ならびにアンケート回答者各位に深甚の謝意を表します。

【参考資料】

- 1) コンクリート工学：特集「人を育む」一よりよいコンクリートを目指して一、Vol. 29、No. 3、1991. 3
- 2) コンクリート工学：新年号特別企画*若者とコンクリート、Vol. 30、No. 1、1992. 1
- 3) 建築雑誌：大学の建築教育を解析する一構造一、Vol. 107、No. 1335、pp. 32~35、1992. 11
- 4) 土木学会：コンクリート教育研究小委員会 報告書、コンクリート技術シリーズ No. 13、1996. 8
- 5) 土木学会：コンクリート教育研究小委員会 報告集・論文集、コンクリート技術シリーズNo. 25、1997. 11
- 6) 日本建築学会：ちからとかたち、1998. 9
- 7) 土木学会：構造実験指導書 平成12年版、1999. 12
- 8) 鋼材倶楽部鋼構造教材作成小委員会編：実験でわかる構造力学の基礎、技報堂出版、2000. 1

【付録1】 報告書の目次

1. はじめに
2. コンクリート工学分野の教育の現状（アンケート集計結果報告）
 - 2.1 回答者の傾向
 - 2.2 研究室の現状
 - 2.3 教育ツールの利用状況
 - 2.4 講義の状況
 - 2.5 学生の意識
 - 2.6 まとめ
 - 2.7 資料 コンクリート工学の教育ツールに関するアンケート
3. 教育ツール事例・アイデア集
 - 3.1 構造システム
 - 3.2 構造部材
 - 3.3 材料/施工
 - 3.4 キット・サンプル集
 - 3.5 ゲージ・測定法
 - 3.6 インターネット、ホームページ、アート、その他
 - 3.7 海外での事例
4. 教育ツール応用例
 - 4.1 床やプラットフォームを支える柱を作ってみよう
 - 4.2 引張にしか抵抗しない素材で重さを支えてみよう：引張試験
 - 4.3 2点を支えた梁の挙動を調べてみよう
：発泡スチロール梁・交差梁・アーチの実験
 - 4.4 一本の柱を2本として梁でつないだらどれぐらい強くなるだろう：発泡スチロールによる柱とラーメンの実験
 - 4.5 RC梁の縮小模型試験体を作って破壊実験を試みよう：設計、配筋、コンクリートの混練、打設、破壊実験
 - 4.6 ダンボール箱ストラクチャー
 - 4.7 模型で学ぶ建築振動のキーワード
 - 4.8 プレストレストコンクリートの原理と斜張橋
 - 4.9 フレッシュコンクリートを感じよう
5. ビデオ・スライド情報集
 - 5.1 調査方法
 - 5.2 調査結果
6. 展示施設・展示物紹介

- 6.1 はじめに
- 6.2 調査結果
- 6.3 まとめ
- 7. 画像データによる資料紹介
 - 7.1 セメント・コンクリート関係の各種試験方法等
 - 1) スランプ試験方法
 - 2) 空気量試験方法
 - 3) 圧縮強度試験
 - 4) 曲げ強度試験
 - 5) アルカリ骨材反応試験
 - 6) レディーミクストコンクリートの設備
 - 7.2 構造部材の典型的な各種破壊モード
 - 1) RC梁の曲げせん断実験
 - 2) PC梁の曲げせん断実験
 - 3) シリンダーの高速載荷実験
 - 4) 変動軸力を受けるRC柱の曲げせん断実験
 - 5) RC柱・梁接合部のせん断破壊
 - 6) RC梁、柱部材のせん断破壊、付着割裂破壊
 - 7) RC耐震壁のせん断破壊
 - 7.3 新材料
 - 1) 超高強度コンクリート
 - 2) 高流動コンクリート
 - 3) 超軽量コンクリート
 - 4) 連続繊維
 - 5) 炭素繊維シート補強
 - 6) トンネル覆工背面裏込充填材料
 - 7.4 配筋の具体例
 - 1) 高層RC造の配筋状況
 - 2) 一般RC造の配筋状況
 - 3) SRC造の配筋状況
 - 4) PC造の配筋状況
 - 7.5 施工法の具体例
 - 1) 建築物の施工方法
 - 2) トンネルコンクリート
 - 3) ダムコンクリート
 - 4) 橋梁上部工
 - 5) その他の施工法
 - 7.6 プレストレストコンクリート橋梁の施工
 - 1) プレキャストセグメント工法によるポストテンション方式単純T桁橋
 - 2) 工場製作によるプレテンション方式単純

- ホロー桁橋
- 3 張出し工法による連続桁橋
- 4) 移動支保工による2主版桁橋
- 5) 押出し工法による連続箱桁橋
- 7.7 ひずみゲージの施工方法
 - 1) モルタル・コンクリートの場合
 - 2) 異形鉄筋の場合
- 8. 模型作り・サンプルに関する資料集
 - 8.1 入手に際しての注意事項
 - 8.2 教育ツール・キットの問い合わせ先一覧

付録 CD-ROMによる画像データ集 :

- 1) セメント・コンクリート関係の各種試験方法
- 2) 構造部材の典型的な各種破壊モード
- 3) 新材料
- 4) 配筋の具体例
- 5) 施工法の具体例
- 6) ひずみゲージの施工方法

【付録2】 教育ツール、キット・サンプルの主な例

(A) コンクリート補強 (RC、PC)

- 1) 鉄筋コンクリート梁の透明アクリル模型
- 2) 鉄筋補強発泡スチロール梁
- 3) 実際にRC梁の模型試験体を作って破壊実験をしてみよう
- 4) 教室で行う鉄筋コンクリート梁の載荷試験
- 5) RCおよびPCの原理解ツール
- 6) 鉄筋補強およびプレストレス補強の原理
- 7) プレストレストコンクリートの原理と斜張橋

(B) 構造部材

- 1) 曲げモーメントと梁の変形
- 2) 重ね梁とずれ変形と平面保持と断面2次モーメント
- 3) コンクリート梁のひび割れメカニズム模型
- 4) RC造長柱および短柱のひび割れメカニズム模型
- 5) ペーパー梁と断面2次モーメントと曲げ剛性
- 6) 共役せん断力
- 7) ペーパーストラクチャで強度を競おう
- 8) 単純梁の耐力実験<ケント紙で梁をつくる>
- 9) 体重計と握力計

10) 曲げてみる・折ってみる

(C) 構造システム

- 1) 支点タイプと基礎梁剛性と門型フレームの変形
- 2) ラーメンの変形を見る<柱脚ピンまたはローラー>
- 3) フレームの剛さ比べ<純ラーメンと壁付ラーメンの比較>
- 4) 床やプラットフォームを支える柱を作ってみよう<圧縮実験>
- 5) 一本の柱を二本にしてつないだらどれだけ強度が増すか試してみよう
- 6) メカニズム模型の実験<保有耐力で遊ぼう>
- 7) 剛性率のモデル実験<立面のバランスを考える>
- 8) 剛床って何?

(D) 振動

- 1) 固有周期と応答スペクトル
- 2) 振動応答習得機 1号機
- 3) 振動応答習得機 2号機とせん断振動模型
- 4) 1層3次元フレームの振動実験模型

5) 1質点による振動モデル<共振について>、
<地盤と建物の関わり>

6) 液状化の実験モデル

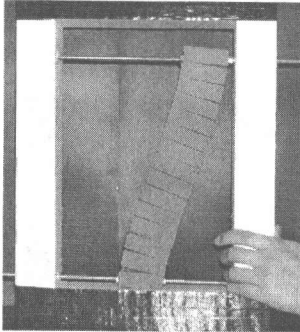
(E) キット・サンプル

- 1) 自己釣合型簡易加力装置(アルミ製)
- 2) 主なセメントサンプル
- 3) 骨材サンプル
- 4) 繊維サンプル
- 5) 異形鉄筋キット、PC鋼材キット
- 6) 各種形鋼の断面キット
- 7) 各種コンクリートの切断面キット
- 8) 電気防食学習キット

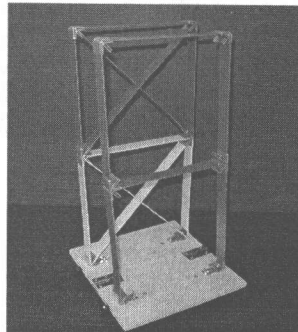
(F) 材料・施工

- 1) コンクリートの破壊曲面模型
- 2) 早く固まるセメントモルタルのサンプル
- 3) 水中で分離しないセメントモルタルのサンプル
- 4) 混和剤の流動化キットによるセメント分散効果の観察(机上実験)
- 5) 小型コンシステンシー試験

【付録3】 ツール・キット例



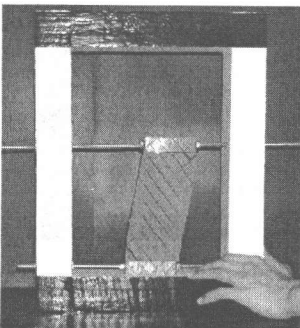
(1) 曲げび割れ模型



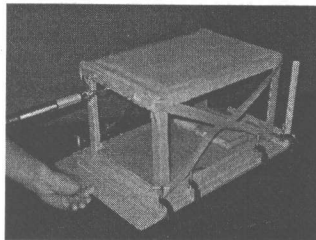
(3) 振動模型 (キット)



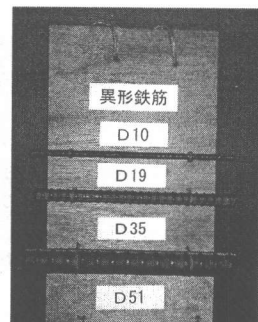
(5) コンクリート混練キット



(2) せん断び割れ模型

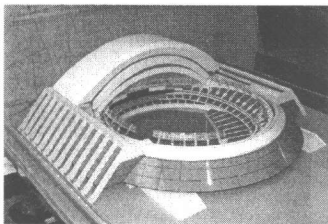


(4) ダンボール箱ストラクチャー

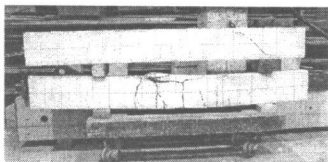


(6) 鉄筋サンプル

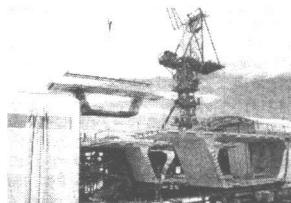
【付録4】画像情報例



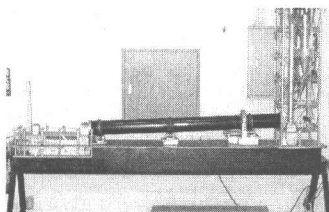
(7) 開閉ドーム



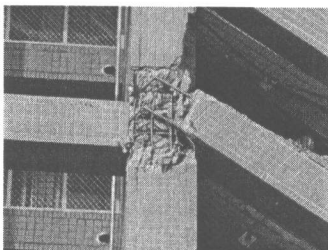
(11) 梁の曲げおよびせん断破壊



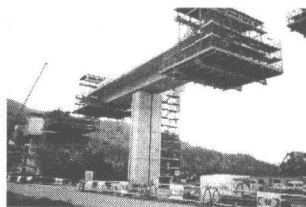
(15) プレキャストセグメント工法



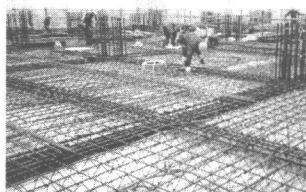
(8) セメント工場



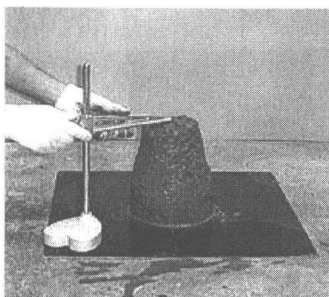
(12) 接合部の震害例



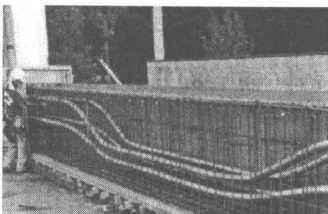
(16) 張出し工法による連続桁橋



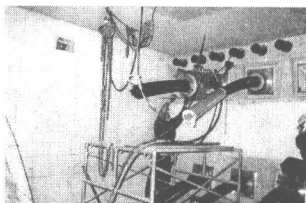
(17) スラブの配筋



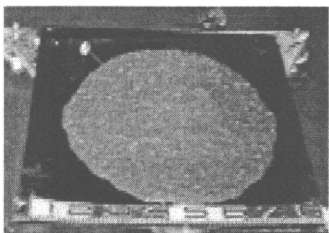
(9) 普通コンクリートのスラブ



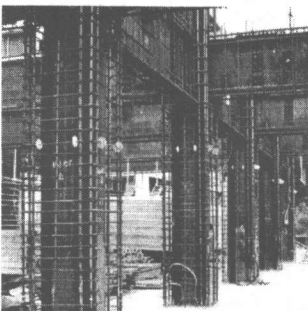
(13) PC鋼材の配筋



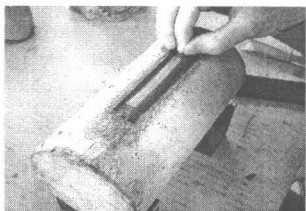
(18) PC鋼材の緊張



(10) 高流動コンクリートのフロー



(14) SRC部材の配筋



(19) ひずみゲージの貼布