

地域の建設技術者のための コンクリート工事教育カリキュラムの開発

玉田 和也*1・毛利 聡*2・嶋田 知子*3

1. はじめに

舞鶴工業高等専門学校社会基盤メンテナンス教育センター（iMec）（写真-1）では、平成26年1月23日の開設以来、地域インフラを守る建設技術者のメンテナンス技術力向上を目的に、学び直し（リカレント）教育に取り組んでいる。平成27年度からは、eラーニングを導入し、アクティブ・ラーニング形式の講習会と組み合わせた“e+iMec講習会”を開催している（図-1）。橋梁点検



写真-1 社会基盤メンテナンス教育センター（iMec）



図-1 eラーニングによる自己学修支援システム

に係る基礎編・応用編の講習会を中心に6講座を開講しており、延べ1100名を超える技術者が受講している。本稿では、このうち、地域の建設技術者のためのコンクリート工事教育カリキュラムとして開発したe+iMec講習会【コンクリートの品質管理】について、カリキュラムの開発および実証・検証を紹介する他、人材育成への活用と課題、今後の展開を示す。

2. カリキュラムの開発

2.1 開発の背景と目的

コンクリート構造物の耐久性は初期の施工要因の影響を大きく受けることから、良質な社会基盤を整備し適切に維持管理する上で、コンクリート施工時の品質管理は極めて重要となる。一方、我が国における建設技術者の育成はOJTによるものが主となっていたが、人材不足、市場規模の縮小等によりそのための人的・時間的余裕が無くなりつつある。特に、人口減少、産業衰退が著しい地方の建設業者や行政機関において上記の問題は深刻であり、建設技術者のOJTを補完、代替するリカレント教育システムが必要である。このため、コンクリート工事に係る技術者を対象とし、密実なコンクリートをつくるために必要な知識、技能の修得を目標としたリカレント教育プログラムを開発するとともに、このプログラムを各地域の高等専門学校へ展開し、地域の建設技術者の育成を通じて社会に貢献することを目的とする。

2.2 開発概要

開発にあたり、京都府北部の行政機関並びに建設業者を対象に、ニーズ調査を行った。その結果、当地域ではRC構造物の新築工事が少なく、施工管理、監理、監督の経験が少ない技術者が増えていることが明らかとなった。これを踏まえ、主な受講対象は、工事の発注や施工管理、監理、監督業務を行う行政機関や建設業者の若年技術者、つまり、比較的コンクリートの施工の実情に詳しくない者とした。また、講習会受講がコンクリートの品質確保のための知識、技能だけではなく、ものづくりへの意欲の向上にもつながる内容を目指した。具体的にはコンクリート材料の知識と、RC構造物の施工手順、施工管理上の留意点に関する講義に加えて、RC構造物を

*1 たまだ・かずや／舞鶴工業高等専門学校建設システム工学科教授
社会基盤メンテナンス教育センター長
*2 もうり・さとし／舞鶴工業高等専門学校建設システム工学科准教授（正会員）
*3 しまだ・ともこ／舞鶴工業高等専門学校社会基盤メンテナンス教育センター特命准教授

実際に構築する体験型学修から構成されるものとした。開発過程で、2016年度に実験講座、2017年度に実証講座を実施した。

2.3 カリキュラムの内容

本カリキュラムの教育目標は、「初期欠陥の無い密実なRC構造物をつくるための知識、技能の修得」である。開発したカリキュラムの内容を表-1に示す。

コンクリートの材料特性に関する講義内容はeラーニング化し、受講者には講習会前の受講を課している。eラーニング講座の学修内容を表-2に、受講画面の例を

表-1 開発したカリキュラム

日程	単元	時間	内容
2週間前～	eラーニング	-	コンクリートの材料特性
1日目	座学講義	10:00-10:30	ガイダンス
		10:30-12:00	RC構造物の品質管理
	墨出し 鉄筋組立て 型枠組立て	13:00-13:30	施工手順の説明
		13:30-16:30	墨出し、型枠組立、建込み
2日目	墨出し 鉄筋組立て 型枠組立て	16:30-17:00	作業内容総括、片付け
		9:00-9:15	作業内容の説明、準備
	鉄筋組立	9:15-12:00	鉄筋組立
		13:30-15:30	配筋検査、型枠返し、固め
15:30-16:00	作業内容総括、片付け		
3日目	コンクリート 打設	10:00-10:30	施工手順の説明
		10:30-10:50	コンクリート受入検査
		11:00-15:00	コンクリート打設、締固め、天端均し、押え
4日目 (材齢7日以降)	型枠脱型	15:00-15:30	作業内容総括、片付け
		13:00-13:15	施工手順の説明
		13:15-15:00	型枠脱型、解体、出来形検査
15:00-15:30	作業内容総括、片付け		

表-2 eラーニング講座の学修内容

学修内容	概要・キーワード
コンクリートの構成・構成材料	コンクリートの構成と、セメント、骨材、混和材料等の物性等
フレッシュコンクリートの物性	ワーカビリティ、スランプ、空気量、材料分離
硬化コンクリートの物性	強度特性、変形特性、体積変化(乾燥収縮、自己収縮)、耐久性
打設後比較的早期に生じる欠陥	豆板、コールドジョイント、空洞、砂すじ、表面気泡



図-2 eラーニング受講画面の例

図-2に示す。スライドに合わせて人工音声の説明の台詞を読み上げる形式にしており、また、学修内容に関するチェックテストを設け、理解度を確認しながら学修を進めることができる。学修履歴(受講時間、受講回数等)はシステム側で全て記録されており、システムの管理者側で確認できるため、講習会ではこのデータを活用して受講者レベルに応じた指導を行う。講義内容をeラーニング化したことで、講習会では座学を短縮、体験型学修を拡充してアクティブ化を図っており、加えて講習会後の継続学修としても活用できるシステムとなっている。

対面式の講習会は、RC構造物の施工に関する座学と施工実習の体験型学修から構成されている。体験型学修で施工するRC構造物(以下、「モデル」)の構造図を図-3に示す。カリキュラム開発の初期段階では、施工難度、作業危険性が低い形状としてモデルAを考案し、その後、モデルAの上部に切欠き部を設け、その底面に蓋をすることで施工難度を上げたモデルBを考案した。モデル1体あたりのコンクリート量が約1m³となる設計とした。モデルの開発は、(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会関西支部技術部会の協力を得て実施した。コ

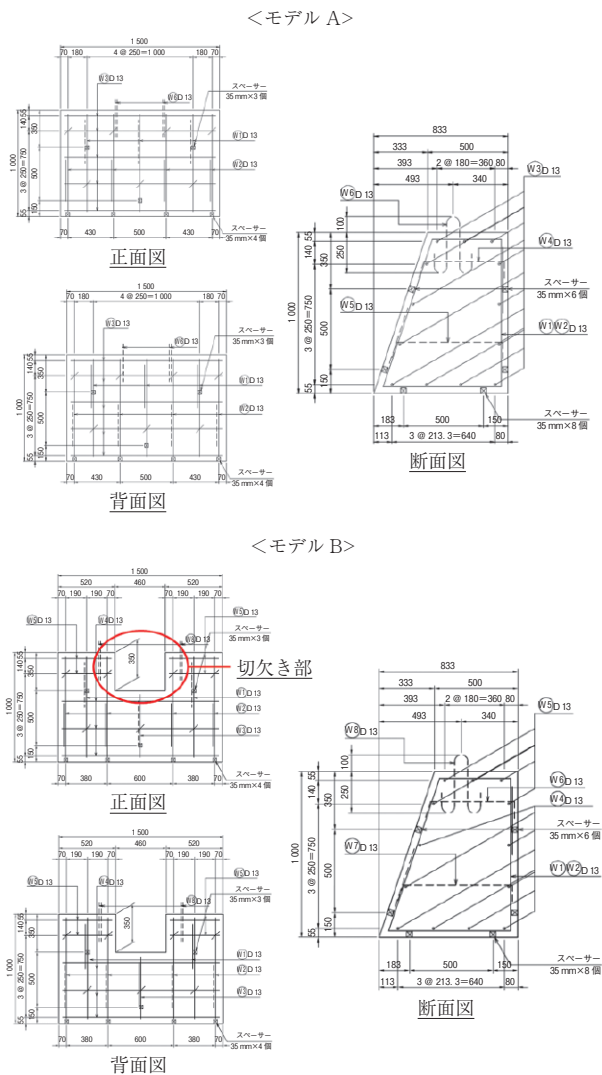


図-3 体験型学修で施工するRC構造物

ンクリートモデル1体に対して受講者4, 5人で施工実習を行うが、受講者はRC構造物施工に関する工事業業は不慣れである。このため、地元建設業者の工事部門社員を指導員として配置し、作業内容や安全確保に関する指導を行う形式とした。また、鉄筋、型枠は前もって加工しておくこととした。

3. カリキュラムの実証

3.1 実証概要

開発カリキュラムの有用性を検証するため、2017年度に実証講座を開催した。対象は、京都府北部の行政機関技術職員(10名)と新規入職者を想定した舞鶴高専本科および専攻科生(7名)とし、2回に分けて実施した。実証講座の講習会の実施状況については付録を参照されたい。

3.2 モデルの検証

モデルの検証のため、実証講座1回目ではモデルAを、2回目ではモデルBを採用した。モデルの仕上り状況を写真-2に示す。モデルA、モデルBとも、鉛直面(側面、裏面)は比較的仕上りが良い(a)が、斜面(表面)は気泡の抜けが悪く仕上りが悪い(b)。また、底部には豆板が見られた(c)。モデルBでは、切欠き部の底面に型枠で蓋をしたため、気泡が抜けていない(d)。考案したモデルでは、初期欠陥が起きやすい箇所や条件を意図的に設計しており、実証講座では、想定通りの結果を得た。

この様に、開発したモデルはコンクリート工事の学修において有用性があることが確認できた。

3.3 カリキュラムの検証

カリキュラムの検証のため、講習会の各日程終了後に受講者に対しアンケートを実施した。その結果として各内容の満足度を図-4に示す。いずれの内容も比較的満足度が高く、やや不満・不満の回答は無かった。特に、満足度が高かったのは、受講生が実際に作業を行った内容であったことが確認できる。

また、各内容に対するコメント・指摘事項の記述を求めた。その一部において、eラーニングについては、「学び直しができた」や、「いつ勉強するかを調整できる」などeラーニング導入の効果を確認できる意見があった。一方、eラーニングの最後に課した確認テストを全問正解しなければ修了を認定しない設定であったため、繰り返しテストを解答することになることへの不満や講義内容のテキスト化を求める意見もあった。講習会については、「指導する立場ながら実際にやったことが無かったことが経験できた」ことや、「図面を描くときの配慮が重要であることを再認識」した等、施工手順や管理項目・検査内容の意味や意義について、体験を通して学んだことがうかがえる意見があった。また、「施工側での考え方を聞くことができた」、「本音と建前で話してくれた」等、指導員である建設業者社員とのコミュニケーション

を通して施工者の技術や品質確保に向けた創意工夫、努力を知る機会になったことが確認できる。脱型後のコンクリートの出来上がりについては、締固め不足による表面気泡や型枠の組立て精度が悪いことによる砂すじが生じたこと等、受講者のイメージしていたものでは無く残念だったとの意見が多くあった。しかし、その結果を通して、コンクリートの品質が現場での施工に大きく影響されることを実感したのではないかと考えられる。

この様に、開発した教育カリキュラムはコンクリート工事の学修において有用性があることが確認できた。

3.4 実証総括

実証講座の総括として、次の4点をあげる。費用面での課題はあるが、地方の建設技術者の育成に資するコン

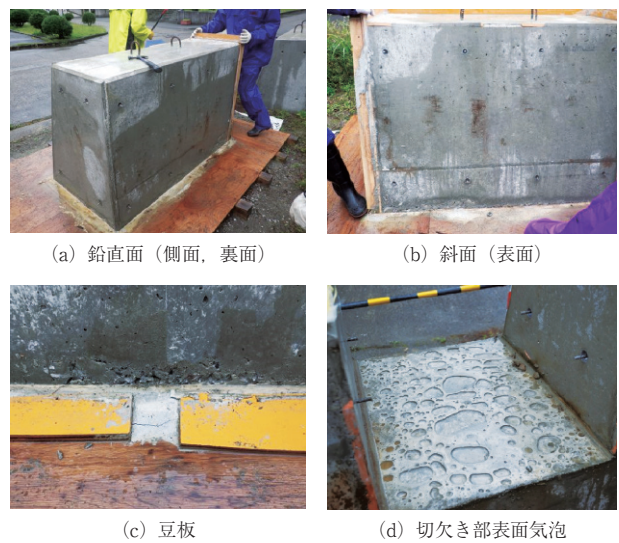


写真-2 実証講座で施工したモデルの仕上り状況

講座①：コンクリートの構成、構成材料 講座②：フレッシュコンクリートの物性
講座③：硬化コンクリートの物性 講座④：打設後比較的早期に生じる欠陥

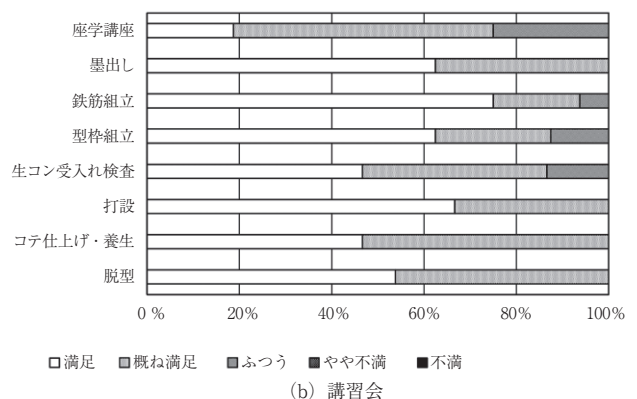
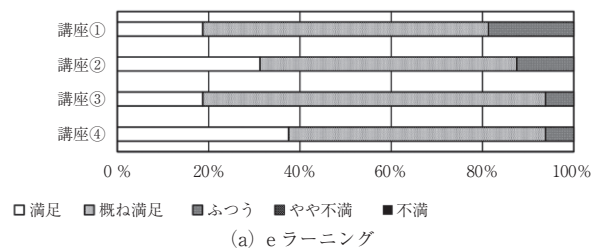


図-4 アンケート結果 (満足度)

クリート工事教育カリキュラムであることが確認できた。

- 1) eラーニングでコンクリートの材料特性を事前学修した上で、講習会でコンクリート施工を体験することで、高い学修効果が得られる。
- 2) 工事の発注や施工管理、監理、監督業務を行う技術者が、コンクリート施工を実際に体験することで、施工手順や管理項目、検査内容の意味・意義を学ぶことができる。
- 3) 指導員との会話を通して、対立や馴れ合いではなく、互いに協力していいものをつくりあげていく、という発注者－受注者の良い関係を築く必要性を考えるきっかけになる可能性がある。
- 4) 学修効果は高いが、費用も高い（資機材の準備・加工、指導員を建設業者へ委託）。

4. 人材育成への活用と今後の展開

4.1 人材育成への活用

開発したコンクリート工事教育カリキュラムは、e+iMec講習会【コンクリートの品質管理】として、年1回程度、継続的に開催しており、主に、地方行政機関および民間企業の若手技術者、高専生が受講している。開催・受講状況を表-3に示す。なお、高専生については、コンクリート施工を研究テーマとする本科および専攻科の学生の他、工事の発注や施工管理、監理、監督業務を担うゼネコンおよび行政機関等へ就職予定の学生に積極的に受講させている。

4.2 人材育成における課題

e+iMec講習会【コンクリートの品質管理】は、受講者による満足度と学修効果の評価は高く、顕在化しているニーズを反映した教育プログラムにも拘わらず、前節で示した通り受講者は少ない。受講期間（4日間）と受講料（税込60,000円）がネックとなっていると考えている。しかし、短時間、低コストで、建設技術者の人材育成や技術継承が果たせるのだろうか。建設業への若年入職者数の減少が言われて久しい。建設業界として人材育成にコミットする姿勢を示すことが建設業の魅力向上に向けた最大の広報であり、若者の入職・就労意欲を喚起すると考える。特に状況が厳しい地方の建設業者や行政機関こそ、時間とコストのハードルを越え、若手技術者に受講機会を与え、人材ではなく「人財」として見守り育てていくというビジョンを示す必要があると考える。

4.3 今後の展開

今般、舞鶴高専が主管校となる『KOSEN型産学共同インフラメンテナンス人材育成システムの構築』が、文部科学省「持続的な産学共同人材育成システム構築事業」の中核拠点の取組みに選定され、令和元年度から、連携4高専（福島、長岡、福井、香川）、放送大学学園、長岡技術科学大学と連携・協力し、5か年の取組を開始している。この取組みでは、連携4高専にリカレント教

表-3 開催・受講状況

年度	開催回数	受講者数※括弧内（行政、民間、学生）
2016	1回	6名（4名、0名、2名）
2017	2回	17名（10名、0名、7名）
2018	1回	12名（2名、3名、7名）
2019	1回	8名（0名、3名、5名）
2020	1回	10名（0名、2名、8名）※予定



図-5 連携4高専（地域教育拠点）

育拠点の地域教育拠点を新たに整備し、iMecで実績のあるリカレント教育プログラムを展開する（図-5）。本稿で紹介したe+iMec講習会【コンクリートの品質管理】も、連携4高専での令和4年度開講に向けて準備を進めており、各地域においてコンクリート技術者の人材育成の取組を行う。また、関連する専門特修講座として、e+iMec講習会【施工技術と施工管理】の教育プログラム開発を進めており、コンクリート工事の施工計画や施工管理の実際を含んだ実践的な内容となる予定である。

iMecは、“地元のインフラは地元で守る”をモットーに、地方における建設技術者の技術レベル向上を目指し活動している。皆様のご支援・ご協力を賜れば幸甚である。

謝辞 本稿で紹介したカリキュラムの開発は文部科学省平成29年度「専修学校による地域産業中核的人材養成」事業として実施した。開発にあたり（一社）プレストレスト・コンクリート建設業協会関西支部技術部会、(株)総進建設工業の協力を得た。また、高専生に対する講習は（一財）上田記念財団助成金により実施している。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 毛利 聡・玉田和也・嶋田知子：地域の建設技術者のためのコンクリート工事教育カリキュラムの開発，日本建築学会大会学術講演梗概集（東北），教育，pp.47～48，2018.9
- 2) 舞鶴工業高等専門学校社会基盤メンテナンス教育センター（iMec）Webページ（URL：https://www.maizuru-ct.ac.jp/imec/）
- 3) KOSEN型産学共同インフラメンテナンス人材育成システムの構築 Web ページ（URL：https://www.maizuru-ct.ac.jp/kosen-reim/）

付録

e+iMec 講習会【コンクリートの品質管理】の実証講座の実施状況を以下に示す。実証講座は、2017年度に2回に分けて実施した。

実証講座1回目

eラーニング講座受講期間：8月25日～9月8日
 講習会日程：9月9日、10日、22日、10月2日
 場所：舞鶴高専社会基盤メンテナンス教育センター
 受講者：8名（行政機関*1 技術職員7名、学生1名）
 *1 京都府、舞鶴市、綾部市、京丹後市、京丹波町
 施工対象：モデルA（切欠きなし）

実証講座2回目

eラーニング講座受講期間：8月25日～9月8日
 講習会日程：10月28日、29日、11月2日、11日
 場所：舞鶴高専社会基盤メンテナンス教育センター
 受講者：9名（行政機関*2 技術職員3名、学生6名）
 *2 綾部市、京丹後市、京丹波町
 施工対象：モデルB（切欠きあり）

座学講義（1日目 10:30-12:00）

- ・eラーニング講座の学修内容確認
- ・コンクリート構造物の施工の概要と管理上のポイント



墨出し、型枠鉄筋組立て（1日目 13:00～2日目）

- ・施工手順の説明
- ・KY（危険予知）ミーティング
- ※作業における危険事項の確認と指差呼称を体験した。



- ・墨出し



- ・側面型枠、背面型枠の建込み（左）
- ・背面型枠の固め（右）



- ・面木の取付け（左）
- ・セパレータの取付け（右）



- ・鉄筋材料検収、寸法確認（左）
- ・鉄筋結束の練習（右）



- ・鉄筋組立
外で組んでから入れるグループ（左）
型枠内で組むグループ（右）



- ・配筋検査（上）
- ・配筋写真撮影（下）



※受講者全員が検査を実施し、写真撮影の黒板の記入、マグネット、スケールの設置を体験した。



- ・返し型枠の留め付け（左下）
- ・側面型枠の固め（右下）
- ・番線による角締め



- ・型枠、鉄筋完成
- 切欠きなし（実証講座1回目、モデルA）（左）
- 切欠きあり（実証講座2回目、モデルB）（右）



コンクリート打設（3日目）

- ・納入書の確認（左上）
- ・受入試験（スランブ測定）（右上）
- ・受入試験（空気量測定）（下）

<受入検査項目>

- ・スランブ
- ・空気量
- ・コンクリート温度
- ・塩化物量
- ・単位水量推定（エアメータ法）
- ・強度試験（1週、4週）



・配合条件、配合表（BB：高炉セメントB種）

呼び方	配合の設計条件									
	コンクリートの種類による記号	呼び強度	25/7	又は25/7A- c m	粗骨材の最大寸法 mm	20		セメントの種類による記号		
普通		24		8						EB
配合表 kg/m ³										
セメント	混和材	水	細骨材①	細骨材②	細骨材③	粗骨材①	粗骨材②	粗骨材③	混和剤①	混和剤②
294	---	160	320	497	---	1006	---	---	2.35	---
水セメント比	54.5%		水結合材比			---		細骨材率		45.5%

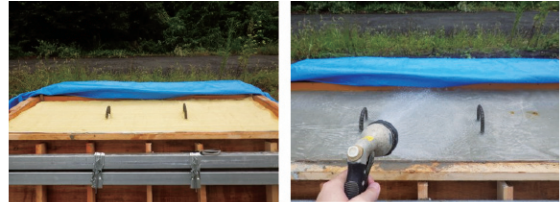
- ・アジテータ車のシュートで打設（左上）
- ※モデル1体あたり約1m³のコンクリート量
- ・打設、棒状パイプレタによる締固め（右上）
- ・締固めと小槌による叩き（左下）
- ・表面気泡の除去を目的としたスパーディング作業（右下）



- ・金鋸による天端の均し、タンピング（上）
- ・金鋸による押え（左下）
- ・打設、金鋸押え終了（右下）



- ・養生シート敷設（左）
- ・打設翌日、天端散水養生（舞鶴高専教員が実施）（右）



型枠脱型（4日目） 打設から2週間後

- ・型枠脱型、解体



- ・出来形検査（上）
- ・完成写真（左下：モデルA、右下：モデルB）

