

社会資本の維持管理を担う人材の 育成方法に関する研究

舞鶴工業高等専門学校建設システム工学科 教授 玉田和也

概要:

社会資本の維持管理を担う人材を育成するための効果的な教育コンテンツの開発を行い、建設系の学生や異分野から社会基盤の維持管理に参入してくる初学者に対する育成方法に関する研究を行った。

維持管理に関する学習において既存の教科書、写真、動画による座学や実物教材を用いた演習に加え、受講者自身が取組んで理解を深めることの出来る教育コンテンツの開発・試行を行い、模擬授業やアンケートによる効果の検証と改良点の抽出を行った。その結果、座学型、体験型、現場経験型のような学習方法ごとに適合する学習の内容や順序、バランスなどについての考察を行い、適正な人材育成方法についての知見を得た。

維持管理の導入編にあたる社会基盤やそれらを構成する部材の名称、分類、専門用語などの記憶型学習については事前・事後の e ラーニングと模型教材を用いた教育コンテンツによる方法が効果的である。また、思考型学習では模型教材や実験教材が補助的に有効であることが確認できた。

キーワード: 技術者育成, 維持管理, e ラーニング, 模型教材, 3D プリンタ

1. 研究目的

社会基盤の維持管理の重要性が社会的に認知される一方で、それを担う人材の確保・育成についての危機感は共有されていないのが実情である。舞鶴高専に設置した社会基盤メンテナンス教育センターにおいて、学生、自治体職員、民間技術者に対して維持管理に関する教育を実施してきた結果、今までの「造る」技術に比較して現場環境の影響を大きく受ける「守る」技術の教育は難易度が高いことが言える。また、地方自治体や民間会社では土木の専門教育を受けていない人材の活用を考えざるを得ない状況にある。

そのため今後は、農学部、経済学部、文学部出身の人材が社会基盤の維持管理に従事することや、河川や都市計画、測量など土木の中でも構造物以外の専門分野を長年にわたり経験してきた技術者が社会基盤の維持管理を担う場合が考えられ、またそれが現実となっている。

本研究では、社会資本のうち橋梁を対象とし、橋梁の維持管理を担う人材を育成するための効果的な教育コンテンツの開発を行い、実践的で社会基盤の町医者的な技術者の育成を目指すための育成方法について知見を深める。

2. 現状分析と研究内容

本研究では、育成する対象を学生及び異分野からの参入者に設定し、橋梁の町医者的な維持管理技術者に育成するために必要な教育内容について調査を行った。舞鶴高専の専攻科で実施している「メンテナンス工学」を受講している学生と社会基盤メンテナンス教育センターで実施している「e+iMec 講習会【橋梁点検(基礎編)】」の受講者に対してヒアリングを行った。その結果、維持管理の必要性をはじめ劣化機構、点検内容、診断・評価などの維持管理に係る知識は基より、構造物を構築する際の基礎となる構造力学や鋼構造学、コンクリート構造学の知識の必要性を再認識することになった。

維持管理に関する知識については、場所や時間に囚われずに取り組める e ラーニングの有効性や模型を利用した協働型学習の導入が効果的であることは社会基盤メンテナンス教育センターや昨年度の研究により実証されている。その一方で、現地を観察して橋梁の損傷を発見した後の診断・評価と事後対策の立案など記憶型では対応できない思考型の能力についてそれを効果的に育成する手段は無く、現場事例をトレースし、実地経験を増やしていくしかないと考えられる。異分野からの参入者とのヒアリングにおい

て、事象を観察した後の洞察や推理において、やはり橋梁の成り立ちについての理解が無いため非常に困難を覚えるとの話があった。

それを受け、社会基盤の維持管理技術者に必要な素養としての構造力学と鋼構造学、コンクリート構造学の教育技術の開発を進めることが必要であると認識した。これは、初学者である学生への教育に対しても同様である。

現在教える技術として学校では、板書、パワーポイントによる図解と写真、ビデオ、実習・実験などがある。また、自宅からでもパソコンやスマートフォンを使って学習できるeラーニングもある。本研究では、教える技術の一つとして考えられる、模型教材の開発を行い、その効果を検証することとする。

3. 模型教材

橋梁の維持管理を考える上で必要な構造力学及び鋼構造学、コンクリート構造学において学習の喚起と理解の促進を図れる模型教材として以下のコンテンツを開発した。

「構造力学」

- ・断面力とひずみ
- ・はりの内力と曲げモーメントによる応力分布
- ・構造物の変形と境界条件

「鋼構造学」

- ・高力ボルト摩擦接合
- ・一面摩擦接合と二面摩擦接合の相違
- ・溶接継手模型

「コンクリート構造学」

- ・RC梁のせん断破壊と曲げ破壊

模型教材の作成には3Dプリンタ（アビー株式会社、SCOOVOシリーズ、X4とX9）を使用した。積層ピッチ（印刷精度）は0.05mm、材料は1.75mmのPLAフィラメントを使用し、色は白色とした。教室での使用や技術者講習会を想定して20セット製造した。

以下に作成した模型教材の一例を示す。

(1) 断面力とひずみ

内力を考えるにあたり、せん断力、軸力、曲げモーメントによる断面の正の方向とそれによるひずみが理解できる模型を作製した。



写真-1 曲げモーメントの正の方向

(2) はりの内力

はりに作用する外力と内力の相違の理解と断面力図作成に必要な力のつり合いをイメージできるはりの模型を作成した。



写真-2 はり切断面の内力模型

(3) 構造物の変形模型

構造物の変形図を描く際の境界条件による影響の理解を促すため、門形ラーメン構造の変形模型を作製した。

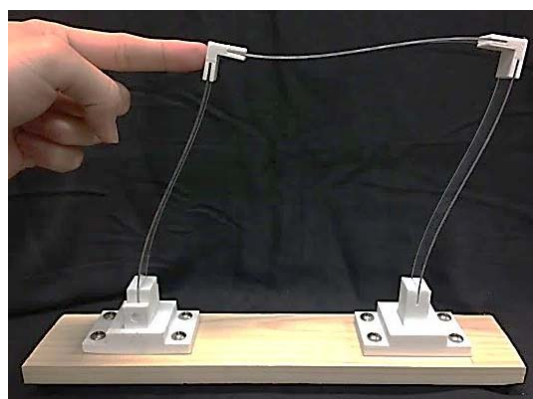


写真-3 門形ラーメン（固定支点）の模型

(4) 高力ボルト摩擦接合

高力ボルト摩擦接合による力の伝達経路の理解と、「母材や連結板の組み合わせ」、「ボルトやナットの施工性を考えたボルト配置」のイメージを促すI桁を用いた2面摩擦接合の模型を作製した



写真-4 高力ボルト摩擦接合

(5)RC はりのせん断破壊・曲げ破壊

鉄筋コンクリートはりについて、せん断破壊と曲げ破壊の形態の理解とひび割れ発生個所や要因についても理解できる模型を作成した。

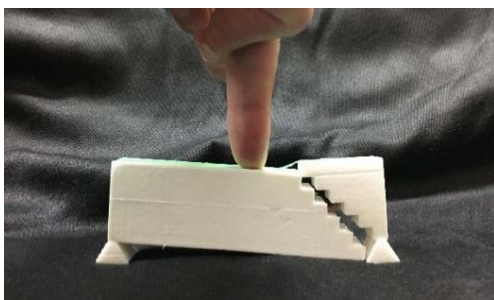


写真-5 せん断破壊

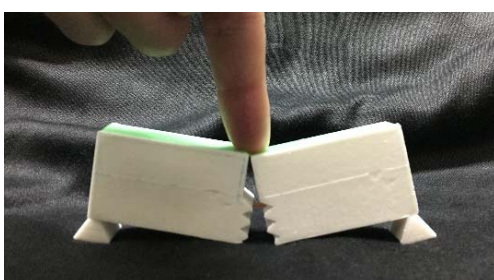


写真-6 曲げ破壊

4. 効果の検証

模型教材の効果の検証のため模擬授業の実施と確認試験を実施し、その得点とアンケートによって検証を行った。

具体的には舞鶴高専の建設システム工学科3年生(3C)と4年生(4C)から各学年約20人に協力してもらい、その20人を模型なし(Aグループ)、模型あり(Bグループ)の2グループに分け、Aグループには説明用のパワーポイントのみによる説明、BグループにはAグループと同じパワーポイントによる説明に加えて模型教材を使った説明を加えた模擬授業を行い、同じ内容の確認試験とアンケートを行った。



写真-7 Aグループの模擬授業の様子



写真-8 Bグループ模擬授業の様子

(1) 確認試験の結果

確認試験の構造力学、鋼構造学、コンクリート構造学の全問に対する平均正答率を下図に示す。図-1、図-2より3年生は模型を使ったBグループの方が正答率が14ポイント、4,5年生も18ポイント正答率が上昇しており、模型教材の有効性が示された。

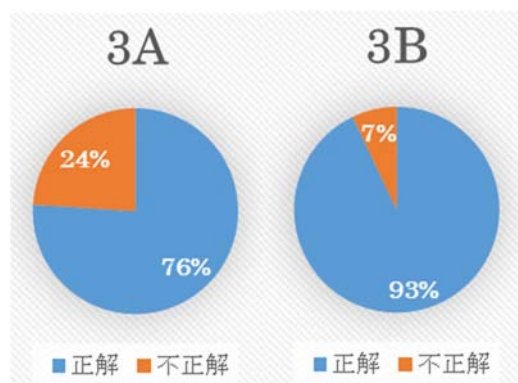


図-1 3年生の全問の平均正答率

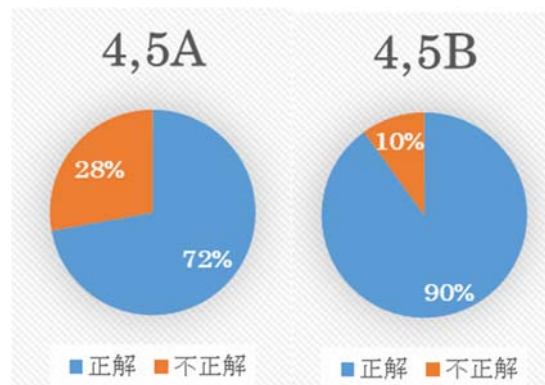


図-2 4, 5年生の全問の平均正答率

(2) アンケート集計

3年生のアンケート集計によると、学習内容を理解していると自身で認識している学生のうち、確認試験の結果と整合が取れている学生はBグループに多い結果となった。これも知識の定着において模型教材を使った学習が有効であることを示している。

Bグループの学生を対象にしたアンケートで全員が模型を使用した授業の方がよいと答えた。その理由として「これまで受けてきた授業より模型を使った授業の方が分かりやすかった」、「模型で実際にイメージが湧き、今まで謎だったことが分かった」、「実際の変形が見られて分かりやすかった」などの意見があがった。またそのほかにも「ラーメン構造の変形模型が良かった。」という意見が非常に多く(22人中18人)、「柱の座屈についての模型を作ってほしい。」などの意見も得られた。

5. 結論

本研究では、理解困難となる要因分析を行い、分析結果をもとに問題解決方法を模索した。中でも教える技術の一つとして考えられる、模型教材の開発を行いその効果を検証した。模型使用の有無による模擬授業において、確認試験の結果からその効果を確認できた。また、アンケート結果からも良好な回答を得られたが、授業時間が延びており、授業時間あたりの学習効果については検討が必要である。

社会基盤の維持管理に係る技術者を育成するための方法として、従来から学校で実施されてきた手法に加え、記憶型学習に対しては時間と場所の制約を受けないeラーニングによる学習が効果的である。また、思考型学習についてはそれを育むために必要な素養を教えるための模型教

材の有効性が検証された。

謝辞

本研究の模擬授業に参画し貴重な意見や自身の不得手箇所を吐露してくれた舞鶴高専建設システム工学科3年生、4年生、5年生の学生諸君に感謝の意を表します。また、模型教材の試作と大量生産については研究室の桐村恵都君、雲琢磨君に協力いただきました。深謝いたします。

参考文献

- 1) 玉田和也, 田村隆弘, 嶋田知子: アクティブ・ラーニングを基軸とした橋梁メンテナンス技術者育成カリキュラムの開発, 土木学会第71回年次学術講演会, CS1-006, 2016年9月.
- 2) 加登文学, 玉田和也, 嶋田知子: 京都府北部地域におけるインフラマネジメントとインフラ管理人材の育成に関する研究, 土木学会第71回年次学術講演会, CS1-012, 2016年9月.
- 3) 社会基盤メンテナンス教育センター: 平成28年度報告書, 社会基盤メンテナンス教育センター, 2017年3月.
- 4) 玉田和也: 構造力学及び鋼構造学のための教材開発, 土木学会第72回年次学術講演会, CS1-006, 2017年9月.