

# 橋梁メンテナンス技術者のスキル・キャリア向上のための リカレント教育プログラム構築に関する研究

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

舞鶴工業高等専門学校建設システム工学科 准教授 毛利 聡

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 嶋田知子

## 1. 研究目的

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）では、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、eラーニングと講習会を組合せた“e+iMeC講習会”を実施している。このうち、導入編、基礎編、応用編で構成される橋梁点検技術者育成課程については、令和2年度3月末までに延べ631人が受講し、技術資格（『橋梁点検技術者』及び『准橋梁点検技術者』）の認定登録者数は360人に上る。今般、iMeCでは、連携4高専（福島、長岡、福井、香川）、放送大学、長岡技術科学大学と連携・協力し、『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』に向けた5ヵ年（2019～2023年度）の取組を開始した（図1）。本研究は、この取組の柱の一つである“職場を離れることなく受講可能なリカレント教育プログラムの開発・実施”を行うものであり、現場で橋梁点検に携わる技術者が、特定分野についてより専門的な知識及び技能を修得し、高度な知識及び技能が必要となる橋梁診断を実施できる技術レベルの獲得を目指すリカレント教育プログラムを開発し、橋梁点検技術者育成課程の上位プログラムとなる橋梁診断技術者育成課程を新設すること目的とする。また、橋梁診断技術者育成課程に対応する技術資格『橋梁診断技術者（仮称）』を創設し、国土交通省登録資格とすることで、インセンティブを付与するとともに、リカレント教育による学びがスキル・キャリア向上に繋がる好循環の創出を目的とする。



図1 『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』取組概要

2. 研究方針

本研究では、橋梁メンテナンスに必要なスキルを体系化し、学修テーマ毎にeラーニングと超短期（最長3日間）の講習会からなる小講座とすることで、現場を離れることなく自らのニーズに合わせて受講可能で、段階的かつ体系的に実践スキルを修得できるリカレント教育プログラムを構築する。

開発するリカレント教育プログラムは、学生のキャリア教育や若手技術者・異分野技術者等の育成に対応できるよう、ステップアップ型の教育プログラムとする。アクティブ・ラーニングをふんだんに取り入れたカリキュラムにより、橋梁の点検及び診断に必要な知識・技能、及び、橋梁メンテナンス実務に必要なICTスキルを効率的かつ効果的に修得し、より高度な知識・技能が必要となる橋梁診断を実施できる技術レベルの獲得を目指す。開発においては、i M e cで実績がある橋梁点検技術者育成講座等の教育コンテンツを活用し、充実、発展することで、図2に示す体系的なりカレント教育プログラムを構築する。本研究では、橋梁点検技術者育成課程（【導入編（橋梁点検）】、【基礎編（橋梁点検）】、【応用編（橋梁点検）】）の上位プログラムとして、橋梁診断技術者育成課程を新設するため、約3カ年をかけて新たに4つの専門特修講座（【橋梁長寿命化対策】、【構造物の詳細調査】、【施工技術と施工管理】、【建設ICT】）と【橋梁診断技術者認定講座】を開発し、実証講座による検証を行う。

開発初年度にあたる本年度は、橋梁診断技術者育成課程と各講座のシラバスイメージについて技術審査を実施するとともに、専門特修講座【構造物の詳細調査】の開発及び実証講座を実施する。



図2 橋梁メンテナンス技術者育成ステップアップ型リカレント教育プログラムの体系図

3. 研究経過

3.1 実施体制

本研究は、申請者及び共同研究者に加え、神鋼検査サービス株式会社の佐々木昇氏と i M e c の掛園恵特命助教の技術協力を得て実施した。

3.2 技術審査の実施

開発プログラムの技術審査を行う外部機関として、社会基盤メンテナンス技術レベル検討委員会を位置づけた。委員会構成を表1に示す。

令和元年10月18日に開催した社会基盤メンテナンス技術レベル検討委員会（令和元年度第1回）では、橋梁診断技術者育成課程と各講座のシラバスイメージについて技術審査を実施した。各講座のシラバスイメージ（後述の【構造物の詳細調査】を除く）を図3に示す。また、令和2年3月16日～27日にかけてメール審議で開催した社会基盤メンテナンス技術レベル検討委員会（令和元年度第2回）では、e+i Mec講習会【構造物の詳細調査】カリキュラムの技術審査を実施した。

表1 社会基盤メンテナンス技術レベル検討委員会の構成

委員長	(国研) 土木研究所構造物メンテナンス研究センター橋梁構造研究グループ 上席研究員
副委員長	国土交通省近畿地方整備局道路部道路保全企画官
委員	京都府中丹広域振興局 建設部長
委員	舞鶴市 建設部長
委員	(一財) 京都技術サポートセンター 理事長
委員	(一社) プレストレスト・コンクリート建設業協会関西支部保全部会 保全委員
委員	(一社) 日本橋梁建設協会 技術顧問
委員	(一社) 建設コンサルタンツ協会近畿支部 会員
委員	京都大学経営管理大学院 教授
委員	舞鶴工業高等専門学校建設システム工学科 教授
委員	舞鶴工業高等専門学校建設システム工学科 講師

図3 各講座のシラバスイメージ

講座名称	e+iMec講習会【橋梁診断】(橋梁診断技術者認定講座)																																											
開催日程	eラーニング(2週間)+講習会(2日間) / 年間2回程度開催																																											
修得を目指す知識及び技能(到達目標)	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁工学に関する相当の知識を修得する。</li> <li>橋梁のメンテナンスに関する実務的な知識及び技能を修得する。</li> <li>道路橋定期点検要領(国土交通省道路局)に基づく橋梁の診断を確実に実施するために必要な知識及び技能を修得する。</li> </ul>																																											
受講資格	次のイ、ロ、ハ)の全てに該当すること イ)橋梁点検技術者及びこれに準ずる技術資格の認定を受けていること ロ)指定の専門特修講座を修了していること ハ)橋梁点検に関する実務実績が3年以上あること。又は、道路管理者(橋梁担当)としての実務経験が3年以上あること																																											
教育方法	講習会の事前学習として、所定のeラーニングコースを受講する。講習会は、eラーニングで修得した知識の定着・深化と橋梁診断に関する技能の修得のため、体験型学習やグループワーク等のアクティブラーニングの形式で実施する。講習会カリキュラム修了後に学修到達度確認試験を実施し、合格基準を満たした者は「橋梁診断技術者」として認定する。																																											
カリキュラム(教育内容)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>講座名</th> <th>単元</th> <th>時間</th> <th>内容</th> <th>担当</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="7">橋梁のメンテナンス</td> <td>1</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">e+iMec講習会</td> <td>8</td> <td>15分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>15分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> </tbody> </table>	講座名	単元	時間	内容	担当	橋梁のメンテナンス	1	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	2	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	3	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	4	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	5	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	6	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	7	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	e+iMec講習会	8	15分	講習会	講習会	9	15分	講習会	講習会
講座名	単元	時間	内容	担当																																								
橋梁のメンテナンス	1	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																								
	2	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																								
	3	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																								
	4	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																								
	5	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																								
	6	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																								
	7	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																								
e+iMec講習会	8	15分	講習会	講習会																																								
	9	15分	講習会	講習会																																								
学修時間	eラーニング(事前学習):学修期間:講習会前2週間、所要時間:約7時間 / 講習会:約13時間(2日間)																																											
修了要件	所定のeラーニングコースを受講・修了すること。及び、講習会の全時間に出席しカリキュラムを全て修了すること。																																											
到達度評価	講習会の最後に、学修到達度確認試験を実施し、合格基準を満たした者は「橋梁診断技術者」として認定する。eラーニングコースと講習会カリキュラムを修了した者には、学修履歴証明を発行する。																																											

講座名称	e+iMec講習会【施工技術と施工管理】(専門特修講座) ※本講座は橋梁診断技術者認定講座の事前受講講座に指定されている。																																			
開催日程	eラーニング(2週間)+講習会(1日間) / 年間2回程度開催																																			
修得を目指す知識及び技能(到達目標)	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路橋の施工技術と施工管理に関する専門的な知識及び技能として、以下の取得を目指す。</li> <li>コンクリート構造物における初期欠陥検出と耐久性確保に関する施工技術と施工管理に必要な知識及び技能を修得する。</li> <li>鋼橋物における溶接の施工技術と施工管理に必要な知識及び技能を修得する。</li> </ul>																																			
受講資格	特になし。但し、橋梁点検に関する基礎的な知識及び技能(準橋梁点検技術者の技術レベル相当)を修得していることが望ましい。																																			
教育方法	講習会の事前学習として、所定のeラーニングコースを受講する。講習会は、eラーニングで修得した知識の定着・深化、及び、施工技術と施工管理に関する技能の修得のため、体験型学習やグループワーク等のアクティブラーニングの形式で実施する。																																			
カリキュラム(教育内容)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>講座名</th> <th>単元</th> <th>時間</th> <th>内容</th> <th>担当</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">e+iMec講習会【施工技術と施工管理】</td> <td>1</td> <td>30分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>30分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>30分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>30分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>30分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">e+iMec講習会</td> <td>6</td> <td>15分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>15分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> </tbody> </table>	講座名	単元	時間	内容	担当	e+iMec講習会【施工技術と施工管理】	1	30分	講習会	講習会	2	30分	講習会	講習会	3	30分	講習会	講習会	4	30分	講習会	講習会	5	30分	講習会	講習会	e+iMec講習会	6	15分	講習会	講習会	7	15分	講習会	講習会
講座名	単元	時間	内容	担当																																
e+iMec講習会【施工技術と施工管理】	1	30分	講習会	講習会																																
	2	30分	講習会	講習会																																
	3	30分	講習会	講習会																																
	4	30分	講習会	講習会																																
	5	30分	講習会	講習会																																
e+iMec講習会	6	15分	講習会	講習会																																
	7	15分	講習会	講習会																																
学修時間	eラーニング(事前学習):学修期間:講習会前2週間、所要時間:約3時間 / 講習会:約7時間(1日間)																																			
修了要件	所定のeラーニングコースを受講・修了すること。及び、講習会の全時間に出席しカリキュラムを全て修了すること。																																			
到達度評価	講習会の最後に、修得を目指す知識及び技能(到達目標)に対する学修到達度チェックを実施する。eラーニングコースと講習会カリキュラムを修了した者には、学修履歴証明を発行する。																																			

講座名称	e+iMec講習会【橋梁寿命化対策】(専門特修講座) ※本講座は橋梁診断技術者認定講座の事前受講講座に指定されている。																																																							
開催日程	eラーニング(2週間)+講習会(2日間) / 年間2回程度開催																																																							
修得を目指す知識及び技能(到達目標)	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁寿命化対策に関する専門的な知識及び技能として、以下の修得を目指す。</li> <li>橋梁の調査及び劣化の現状把握、健全度の評価、将来予測、維持修繕の実施に必要な知識及び技能を修得する。</li> <li>道路橋の補修・補強の実施(計画→設計→施工)に必要な知識及び技能を修得する。</li> </ul>																																																							
受講資格	特になし。但し、橋梁点検に関する基礎的な知識及び技能(準橋梁点検技術者の技術レベル相当)を修得していることが望ましい。																																																							
教育方法	講習会の事前学習として、所定のeラーニングコースを受講する。講習会は、eラーニングで修得した知識の定着・深化と橋梁寿命化対策に関する技能の修得のため、体験型学習やグループワーク等のアクティブラーニングの形式で実施する。																																																							
カリキュラム(教育内容)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>講座名</th> <th>単元</th> <th>時間</th> <th>内容</th> <th>担当</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">橋梁のメンテナンス</td> <td>1</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>30分</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> <td>橋梁のメンテナンス</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">e+iMec講習会</td> <td>11</td> <td>15分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>15分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> </tbody> </table>	講座名	単元	時間	内容	担当	橋梁のメンテナンス	1	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	2	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	3	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	4	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	5	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	6	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	7	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	8	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	9	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	10	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス	e+iMec講習会	11	15分	講習会	講習会	12	15分	講習会	講習会
講座名	単元	時間	内容	担当																																																				
橋梁のメンテナンス	1	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																																				
	2	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																																				
	3	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																																				
	4	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																																				
	5	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																																				
	6	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																																				
	7	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																																				
	8	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																																				
	9	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																																				
	10	30分	橋梁のメンテナンス	橋梁のメンテナンス																																																				
e+iMec講習会	11	15分	講習会	講習会																																																				
	12	15分	講習会	講習会																																																				
学修時間	eラーニング(事前学習):学修期間:講習会前2週間、所要時間:約7時間 / 講習会:約13時間(2日間)																																																							
修了要件	所定のeラーニングコースを受講・修了すること。及び、講習会の全時間に出席しカリキュラムを全て修了すること。																																																							
到達度評価	講習会の最後に、修得を目指す知識及び技能(到達目標)に対する学修到達度チェックを実施する。eラーニングコースと講習会カリキュラムを修了した者には、学修履歴証明を発行する。																																																							

講座名称	e+iMec講習会【建設ICT】(専門特修講座) ※本講座は橋梁診断技術者認定講座の事前受講講座に指定されている。																																			
開催日程	eラーニング(2週間)+講習会(1日間) / 年間2回程度開催																																			
修得を目指す知識及び技能(到達目標)	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設ICTに関する基礎知識と、橋梁メンテナンス業務でICTを活用するために必要な知識及び技能として、以下の修得を目指す。</li> <li>建設ICT(AI, IoT, ICT等)に関する基礎知識を修得する。</li> <li>橋梁メンテナンス分野における新技術に関する知識及び技能を修得する。</li> <li>データ活用型インフラメンテナンス(インフラメンテナンス2.0)に対応するために必要な知識及び技能を修得する。</li> </ul>																																			
受講資格	特になし。																																			
教育方法	講習会の事前学習として、所定のeラーニングコースを受講する。講習会は、eラーニングで修得した知識の定着・深化、及び、建設ICTを活用した新技術等に関する技能の修得のため、体験型学習やグループワーク等のアクティブラーニングの形式で実施する。																																			
カリキュラム(教育内容)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>講座名</th> <th>単元</th> <th>時間</th> <th>内容</th> <th>担当</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">e+iMec講習会【建設ICT】</td> <td>1</td> <td>30分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>30分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>30分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>30分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>30分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">e+iMec講習会</td> <td>6</td> <td>15分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>15分</td> <td>講習会</td> <td>講習会</td> </tr> </tbody> </table>	講座名	単元	時間	内容	担当	e+iMec講習会【建設ICT】	1	30分	講習会	講習会	2	30分	講習会	講習会	3	30分	講習会	講習会	4	30分	講習会	講習会	5	30分	講習会	講習会	e+iMec講習会	6	15分	講習会	講習会	7	15分	講習会	講習会
講座名	単元	時間	内容	担当																																
e+iMec講習会【建設ICT】	1	30分	講習会	講習会																																
	2	30分	講習会	講習会																																
	3	30分	講習会	講習会																																
	4	30分	講習会	講習会																																
	5	30分	講習会	講習会																																
e+iMec講習会	6	15分	講習会	講習会																																
	7	15分	講習会	講習会																																
学修時間	eラーニング(事前学習):学修期間:講習会前2週間、所要時間:約3時間 / 講習会:約7時間(1日間)																																			
修了要件	所定のeラーニングコースを受講・修了すること。及び、講習会の全時間に出席しカリキュラムを全て修了すること。																																			
到達度評価	講習会の最後に、修得を目指す知識及び技能(到達目標)に対する学修到達度チェックを実施する。eラーニングコースと講習会カリキュラムを修了した者には、学修履歴証明を発行する。																																			

3.3 本年度の教育プログラム開発の実施

本年度は、橋梁診断技術者養成課程を構成する専門特修講座の一つである【構造物の詳細調査】を開発対象とし、e + i M e c 講習会カリキュラムの構築と教育コンテンツの開発を実施した。開発では、既存のe + i M e c 講習会【鋼構造物の非破壊検査】の内容に、鋼構造物の目視調査とコンクリート構造物の詳細調査の内容を追加し、新たなe + i M e c 講習会【構造物の詳細調査】として講座全体を再編成した。e + i M e c 講習会【構造物の詳細調査】カリキュラムを図4に示す。

e-learning		iMec講習会【構造物の詳細調査】					
講座名		時限	時間	(分)	講座名	内容	日
			9:00- 9:30	(30)	講習会ガイダンス	スケジュール, 受講者交流, 事前学修のチェックテスト	1日目
鋼構造物の劣化と点検の着目点	1	9:30- 11:00	(90)	鋼構造物の劣化と点検の着目点			
	2	11:10- 12:00	(50)	疲労亀裂の観察, 点検実習			
鋼構造物の詳細調査	3	13:00- 14:30	(90)	鋼構造物の詳細調査	PT, MT RT, ET(膜厚計), UT, TT		
	4	14:40- 15:30	(50)	鋼構造物の非破壊検査実習	PT, MT		
	5	15:30- 16:20	(50)	鋼構造物の非破壊検査実習	RT, ET(膜厚計), UT, TT		
コンクリート構造物の詳細調査の目的と必要性	6	16:30- 17:00	(30)	非破壊検査の業務依頼			
7	17:00- 17:15	(15)	まとめ(1日目:鋼構造物)	質疑応答			
コンクリート構造物の詳細調査が必要な変状の着目点	8	9:00- 10:10	(70)	コンクリート構造物の詳細調査の目的と必要性	鋼構造物とコンクリート構造物の違い 微破壊調査と非破壊調査の解説	2日目	
コンクリート構造物の詳細調査	9	10:20- 12:00	(100)	コンクリート構造物の変状の着目点と観察	変状の着目点と発生部位の解説 詳細調査が必要な実部材の観察		
	10	13:00- 14:00	(60)	コンクリート構造物の詳細調査	詳細調査手法の特徴と適用等		
《凡例》	11	14:00- 15:50	(110)	コンクリート構造物の詳細調査実習	汎用的な詳細調査手法の実習		
e-learning講座単位	12	16:00- 16:15	(15)	まとめ(2日目:コンクリート構造物)	質疑応答, アンケート		
座学(講義)	13	16:15- 16:50	(35)	学修到達度確認試験	問題数20問, 回答時間30分		
体験型学修		16:50- 17:00	(10)	修了式			

図4 e + i M e c 講習会【構造物の詳細調査】カリキュラム

3.4 開発教育プログラムの実証講座の開催

e + i M e c 講習会【構造物の詳細調査】の実証講座については、京都府北部社会基盤メンテナンス推進協議会（会長：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）の協力を得て受講者を募集し、当初、令和2年3月17日～18日に開催することで進めたが、新型コロナウイルス感染拡大の影響により開催日程を延期し、令和2年6月に実施する予定である。

4. 研究成果

4.1 開発教育プログラムの概要

本講座では、現場で橋梁点検に携わる技術者が時間・場所を選ばず必要な時に必要な知識を学修できる環境として、図5に示すクラウド上にオンデマンド型自己学修支援システムによりeラーニング講座を提供することとした。eラーニングの受講画面例を図6に示す。受講者は、講習会までの事前学修として所定のeラーニング講座を受講して必要な知識の修得に取組み、講習会では、実習・演習を中心としたアクティブ・ラーニングにより、eラーニングで修得した知識の定着・深化

と鋼及びコンクリート構造物の詳細調査に関する技能の修得を目指す。なお、図 5 に示すとおり、eラーニング講座は講習会終了後の継続学修として、受講者が常時アクセス可能な状態を保持することで、受講者に対する継続的なりカレント教育を支援する仕組みとする。

e + i Mec 講習会【構造物の詳細調査】のシラバスを表 2 に、教育コンテンツ一覧を表 3 に示す。開発した専門特修講座の修了要件として、所定の eラーニング講座を受講・修了すること、及び、講習会の全時限に出席しカリキュラムを全て修了することを定めている。なお、eラーニング講座は、チェックテスト（10 問/講座×5 講座=50 問）全問正解で事前学修の修了証を発行する。2 日間の講習会の最後には、修得を目指す知識及び技能（到達目標）に対する学修到達度確認試験（問題数 20 問、回答時間 30 分）を実施する。



図 5 オンデマンド型自己学修支援システム

### きず視認の特徴

- 浸透探傷試験 PT: Penetrant Testing**  
きず(割れ)から探傷液が滲み出て見えやすくさせる **表面**
- 磁気探傷試験 MT: Magnetic Particle Testing**  
きずの周りに生じた漏えい磁束で集まった磁粉で見えやすくさせる **表面**
- 超音波探傷試験 UT: Ultrasonic Testing**  
きずで反射された超音波を受信して表示画面に見せる **内部**
- 渦流探傷試験 ET: Eddy Current Testing**  
きずがあると渦電流に違いが生じていることを検出して表示画面に見せる **表面**
- 赤外線サーモグラフィ試験 TT: Infrared Thermographic Testing**  
きず部と周りとの赤外線放射エネルギーが異なることをモニターで見せる **表面**
- 放射線透過試験 RT: Radiographic Testing**  
きずである異物(空洞等)との放射線透過度合いの差がフィルムに写る **内部**

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

### 橋梁の疲労と点検の着目点チェックテスト 解説

問9 図に示す溶接継手の疲労等級の正しい組み合わせを選択してください。

溶接継手 ア (d)十字溶接継手 荷重非伝達型 3. 非仕上げの溶接継手

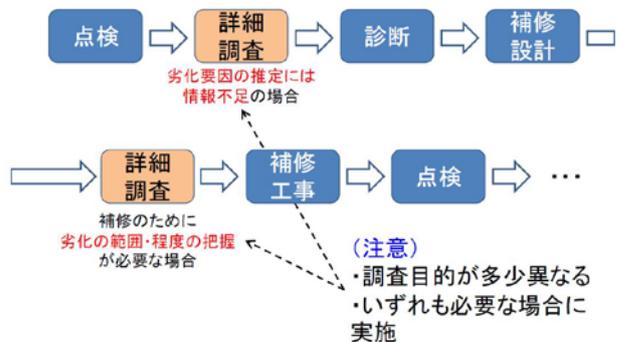
溶接継手 イ (c)縦方向溶接継手 3. すみ肉溶接の溶接継手

1) アーD(100) , イーC(125)  
2) アーE(80) , イーD(100)  
3) アーF(65) , イーE(80)  
4) アーG(50) , イーF(65)

【解説】  
正解は2).  
問題に示す溶接継手は次ページ表のように分類されます。

### 詳細調査とは

#### ○メンテナンスサイクル上の位置付け



### 3. コンクリート構造物の詳細調査が必要な変状の着目点チェックテスト解説

問8: 下表に示すコンクリート構造物の変状写真と劣化機構との関係について、最も不適当な組み合わせを解答番号(1)~(4)より1つ選択してください。

番号	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )
変状	コンクリート壁面の亀甲状のひび割れ	壁高欄の鉄筋に沿ったひび割れ	床版内部の水平ひび割れ	主桁の激しい腐食による剥離・鉄筋露出
写真				
劣化機構	アルカリシリカ反応	中性化	凍害	塩害

(解説) 正解は(3)。解答番号(3)の変状は、疲労によるものである。  
【出題趣旨】変状の特徴と劣化機構に関する理解を問う。

※基礎編「コンクリート構造物の損傷」CT参照

図 6 eラーニング講座（上段）及びチェックテスト（下段）の受講画面例

表2 e + i M e c 講習会【構造物の詳細調査】シラバス

講座名称	e + i M e c 講習会【構造物の詳細調査】（専門特修講座） ※本講座は橋梁診断技術者認定講座の事前受講講座に指定予定。
開催日程	eラーニング（2週間）＋講習会（2日間）
修得を目指す知識及び技能（到達目標）	構造物の詳細調査に関する専門的な知識及び技能として、以下の修得を目指す。 ・変状に応じた詳細調査手法の選択と、詳細調査結果に基づく損傷評価や措置の必要性の判断に必要な知識を修得する。 ・鋼構造物の汎用的な非破壊検査について、実施に必要な知識及び技能を修得する。 ・コンクリート構造物の汎用的な微破壊調査、非破壊調査について、実施に必要な知識及び技能を修得する。
受講資格	特になし。但し、橋梁点検に関する基礎的な知識及び技能（准橋梁点検技術者の技術レベル相当）を修得していることが望ましい。
教育方法	講習会の事前学修として、所定のeラーニングコースを受講する。 講習会は、eラーニングで修得した知識の定着・深化と詳細調査に関する技能の修得のため、体験型学修や実習等のアクティブ・ラーニングの形式で実施する。
学修時間	eラーニング（事前学修）：学修期間：講習会前の2週間、 所要時間：約6時間 / 講習会：約14時間（2日間）
修了要件	所定のeラーニングコースを受講・修了すること、及び、講習会の全時限に出席しカリキュラムを全て修了すること。
到達度評価	講習会の最後に、修得を目指す知識及び技能（到達目標）に対する学修到達度チェックを実施する。

表3 e + i M e c 講習会【構造物の詳細調査】教育コンテンツ一覧

教育コンテンツ	数量
1. カリキュラム	一式
2. eラーニング教材	
2-1. 鋼構造物の詳細調査	
01_鋼構造物の劣化と点検の着目点	学修時間 1.5 時間 チェックテスト 10 問
02_鋼構造物の詳細調査	学修時間 1.5 時間 チェックテスト 10 問
2-2. コンクリート構造物の詳細調査	
01_コンクリート構造物の詳細調査の目的と必要性	学修時間 1 時間 チェックテスト 10 問
02_コンクリート構造物の詳細調査が必要な変状の着目点	学修時間 1 時間 チェックテスト 10 問
03_コンクリート構造物の詳細調査	学修時間 1 時間 チェックテスト 10 問
3. 講習会テキスト	一式
4. 講習会スライド	一式
5. 講習会演習教材	
5-1. 鋼構造物の非破壊検査実習	
浸透探傷試験（PT）、磁気探傷試験（MT）、超音波探傷試験（UT）、過流探傷試験（ET（膜厚計））、赤外線サーモグラフィ試験（TT）、放射線透過試験（RT）	一式 （6手法）
5-2. コンクリート構造物の変状の着目点と観察	一式
5-3. コンクリート構造物の詳細調査実習	
コア採取、はつり、ドリル削孔、テストハンマ強度、電磁波レーダー法、赤外線法、打音法、超音波法、表面吸水試験	一式 （9手法）
6. 学修到達度確認試験	20 問

4.2 アクティブ・ラーニング（講習会）の概要

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）を会場に実施する講習会は、eラーニングによる事前学修を前提に大幅にアクティブ化し、実物劣化モデルを用いた鋼構造物、及び、コンクリート構造物の汎用的な詳細調査の実習・演習を、2日間の短期間で学修する構成とした。

コンクリート構造物に関する演習では、図7に示す変状の着目点と観察演習の後、図8に示す詳細調査実習を行う構成とした。これにより、受講生は、詳細調査の知識及び技能だけでなく、構造物の状況に応じて詳細調査方法を効果的にコーディネートすることを学修できる。これは、橋梁診断につながる実務において特に求められる能力である。

**劣化機構の推定の概念**

**劣化機構の推定の概念**

設計時に想定した劣化機構  
使用材料, 施工管理・検査の記録

竣工時期, 作用  
点検結果(変状の特徴, 劣化指標)

劣化機構の推定

中性化, 塩害, 凍害, 化学的浸食, アルカリシリカ反応, 疲労, スリヘリ

詳細調査の組み合わせ, 実施

**演習概要**

班別作業 30'

《配布物》  
対象施設写真(A3)、模造紙、マジック、カード(劣化機構、詳細調査方法)

対象施設写真、実習フィールド(実物)観察を行う

劣化機構の推定(劣化機構のカードを要・不要に分ける)理由も考える

詳細調査のコーディネート(詳細調査のカードを要・不要に分ける)理由も考える

プレゼン&ディスカッション&講評  
1班:8', 講評 10'

班毎にプレゼン  
対象施設の観察結果より推定した劣化機構とその理由  
コーディネートした詳細調査とその理由

全員でディスカッション  
見落としはないか?  
想定外はないか?

講師による講評  
※正解発表ではない※

『劣化機構の推定』と『詳細調査のコーディネート』にかける時間配分を考えて取り組みましょう!

**コンクリート構造物の変状の着目点と観察:教材①**

**コンクリート構造物の変状の着目点と観察:教材②**

図7 演習：コンクリート構造物の変状の着目点と観察

**タイムスケジュール**

時間	実習内容	主な供試体
14:00~14:05	実習概要説明	
14:05~14:20	微破壊調査(コア採取、はつり調査、ドリル削孔)	
14:20~14:35	鉄筋探査(電磁波レーダー法)	
14:35~14:45	～休憩～	
14:45~15:00	強度推定(コンクリートハンマによる反発度測定)	
15:00~15:15	赤外線法	
15:15~15:30	超音波法	
15:30~15:50	表面吸水試験	
	詳細調査機器は大切に扱います！ 万が一落とした場合は、すぐに報告してください。	

**詳細調査実習で学修したこと**

実習内容	学修したこと
微破壊調査(コア採取、はつり調査、ドリル削孔)	コア採取、はつり調査、ドリル削孔の現地作業の実際を学修した
鉄筋探査(電磁波レーダー法)	含水率や表面の湿潤状態により探査結果(精度)は変わることを学修した
強度推定(コンクリートハンマによる反発度測定)	対象施設の部材厚、打設位置により反発度は変わることを学修した
赤外線法	測定面の方角(日射)、向き(側面、桁下面など)に大きく影響されることを学修した
超音波法	表層の品質に大きく影響されること、その他eラーニングと座学で学修した原理の確認のため、実際に詳細調査機器を用いて演習を行った。
表面吸水試験	

調査結果を確信みせず、詳細調査機器や詳細調査の限界を知り、正しく活用すること

図8 演習：コンクリート構造物の詳細調査実習

## 5. まとめ

本研究では、橋梁点検技術者育成課程（【導入編（橋梁点検）】，【基礎編（橋梁点検）】，【応用編（橋梁点検）】）の上位プログラムとして、橋梁診断技術者育成課程を新設するため、約3ヵ年で新たに4つの専門特修講座（【橋梁長寿命化対策】，【構造物の詳細調査】，【施工技術と施工管理】，【建設ICT】）と【橋梁診断技術者認定講座】を開発し、実証講座による検証を行う。初年度にあたる本年度は、橋梁診断技術者育成課程と各講座のシラバスイメージについて技術審査を実施するとともに、専門特修講座【構造物の詳細調査】のe + i M e c 講習会のカリキュラムを構築し、教育コンテンツの開発を実施した。開発した教材を以下に示す。

- ・ e ラーニング講座 所要時間約 6 時間
  - 「鋼構造物の劣化と点検の着目点」
  - 「鋼構造物の詳細調査」
  - 「コンクリート構造物の詳細調査の目的と必要性」
  - 「コンクリート構造物の詳細調査が必要な変状の着目点」
  - 「コンクリート構造物の詳細調査」
- ・ e ラーニングチェックテスト 10 問×5 講座（合格基準：全問正解）
- ・ 講習会テキスト，講習会スライド，講習会演習教材
- ・ 学修到達度確認試験 問題数 20 問，回答時間 30 分

今後は、新型コロナウイルス感染拡大の影響から開催日程を延期した e + i M e c 講習会【構造物の詳細調査】の実証講座を実施（令和2年6月予定）し、カリキュラム及び教育コンテンツの検証と課題抽出、改善に取り組む。正式に開講した後は、年1~2回を目途に i M e c において講習会を開催予定である。また、橋梁診断技術者育成課程を構成する他の講座についても、令和2年度に開発に着手し、実証講座の開催を経て、順次、正式開講する。令和3年度には、新規技術資格『橋梁診断技術者』を創設し、橋梁メンテナンス技術者のリカレント教育による学びとキャリア向上の好循環に繋げるリカレント教育プログラム体系を構築したいと考えている。

本研究成果を活用し、i M e c で地元の技術者の育成を行う他、『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』の取組として、連携4高専（福島，長岡，福井，香川），及び、放送大学と連携し、インフラメンテナンス技術者育成の取組を全国の高専へ展開する予定である。

- <参考情報> ・ iMec ホームページ：<https://www.maizuru-ct.ac.jp/imec/>  
 ・ KOSEN-REIM ホームページ：<https://www.maizuru-ct.ac.jp/kosen-reim/>

## 謝辞

（一社）近畿建設協会研究助成により、建設技術者のためのリカレント教育推進に係る教育プログラム開発の貴重な機会をいただきました。本研究の実施に当たり、京都府北部社会基盤メンテナンス推進協議会及び社会基盤メンテナンス技術レベル検討委員会の委員各位、委員所属機関（国研）土木研究所、国土交通省近畿地方整備局道路部、京都府中丹広域振興局、京都府丹後広域振興局、福知山市、舞鶴市、綾部市、宮津市、京丹後市、与謝野町、伊根町、（一財）京都技術サポートセンター、（一社）プレストレスト・コンクリート建設業協会関西支部、（一社）日本橋梁建設協会、（一社）建設コンサルタンツ協会近畿支部）にご協力を賜りました。神鋼検査サービス株式会社の佐々木昇氏と i M e c の掛園恵特命助教には、教育プログラム開発にあたり惜しめない技術協力を賜りました。i M e c スタッフの皆様には、e ラーニングコンテンツ化作業にあたり多大な尽力を賜りました。