

3. 履修内容（シラバス）

3.1 研修概要

次ページに、橋梁初級Ⅰ研修の概要について示す。

道路橋定期点検に関する技術者育成プログラム

研修名	道路構造物管理実務者研修（橋梁初級Ⅰ）		
研修期間	講義(13科目) 18:45	現地実習 4:00	達成度確認試験 2:30 合計 25:15
講師	法令及び技術的助言の内容と背景に精通し、並びに、道路橋の設計、施工、維持管理について知識と技能と経験を有する者を講師としている。(各地方整備局等では、国土技術政策総合研究所及び各地方整備局等の職員を講師としている。)		
受講対象者	各地方整備局等が実施の際には、土木構造物に関連する実務経験が1年未満の者や、土木構造物の設計・施工・管理等の資格を有していないものも含めて、受講可能としている。		
[講義]	対面又はリモート ※リモート形式の場合は、理解度確認テストを実施する。		
[理解度確認テスト]	講義内容に関する択一式問題をWEBに設けたテストツールにより実施。全問正解し講義履修証により達成度確認試験の受験が可能。		
[実習]	実際の橋梁に赴き、近接目視による状態の把握を現場実習により実施する。		
使用するテキスト等	<ul style="list-style-type: none"> ・道路橋定期点検要領(H31.2 道路局) (以下、「①」) ・道路の定期点検に関するテキスト(国総研資料 No. 829) (以下、「②」) ・道路橋の定期点検に関する参考資料(国総研資料 No. 748) ・講義用説明資料(PPT) (以下、「③」) <p>(http://www.nilim.go.jp/lab/ubg/suguni/index.html)</p>		
[達成度確認試験]	<p>知識：100問の真偽法及び選択法</p> <p>なお、過去の試験問題は、(http://www.nilim.go.jp/lab/ubg/info/index1705.html)にて公表されている。</p> <p>技能：実習橋梁について主要部材毎に、把握された状態と措置の必要性に関する所見を記述する(4問)。</p> <p>実習橋梁とは異なる橋梁の写真に基づき、これから状態の把握を実施するという前提のもと、写真に写っていない範囲も含め、状態把握の留意点や着眼点について記述した文書例の空欄に適切な語句を挿入する(1問)。</p> <p>なお、記述試験の演習教材や採点基準は、(http://www.nilim.go.jp/lab/ubg/info/index1705.html)にて公表されている。</p>		
研修の達成目標	<ul style="list-style-type: none"> ・橋の種類、橋を構成する部材の役割、鋼構造、RC構造、PC構造などの橋梁工学に関する知識を学ぶ。 ・道路橋定期点検に関する法令や制度、技術的助言の内容を理解すること。 ・鋼部材、コンクリート部材、上部構造、下部構造、上下部接続部の変状の特徴や着目点、原因を理解すること。 ・上記の知識のもと、道路橋毎に、状態や変状の要因を把握し、次回定期点検までの措置の必要性についての所見を理由とともに述べることの一連を実施できる技能を取得すること。 		

3.2 橋の構造の基本

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「橋の構造の基本」についての履修内容を示す。

道路橋定期点検に関する技術者育成プログラム

講義情報			
講義分野	橋梁における健全性の診断のための知識・技能		
講義名	橋の構造の基本	時間	75分
講義概要	橋の構造の基本と設計基準の変遷		
使用するテキスト等	<ul style="list-style-type: none"> ・道路橋定期点検要領(H31.2 道路局) ・道路の定期点検に関するテキスト(国総研資料 No. 829) ・道路橋の定期点検に関する参考資料(国総研資料 No. 748) ・講義用説明資料(PPT) (http://www.nilim.go.jp/lab/ubg/suguni/index.html)		(以下、「①」) (以下、「②」) (以下、「③」)
講義の到達目標	橋の定期点検に必要となる基礎知識として、橋の構造や部材の名称・機能を理解し、以下の内容について修得する。 <ul style="list-style-type: none"> ・橋の種類、橋を構成する部材の名称、各部材の役割の基本 ・健全性の診断を実施するにあたって、主要な部材とその他の部材との区分 		
講義内容			テキスト等の該当箇所
講義計画 (1)	1. 橋の構造の基本(約15分) ○部材等の損傷が橋全体に与える影響を診断するためには、各部材等の役割や部材間の力の流れを理解する必要があることから、下記の事項について学ぶ。 <ul style="list-style-type: none"> ・桁構造、版構造、トラス構造、アーチ構造、吊り構造、斜張構造の耐荷メカニズムを理解する。 (例) <ul style="list-style-type: none"> ・桁について、I又はT型の断面が用いられる理由と、代用的な桁形式(鋼鈹桁、鋼箱桁、コンクリートT桁、コンクリート箱桁、床板橋)を学ぶ。 ・トラスに関する構造の基本として、桁橋のウェブに相当する部分を合理化し、引張や曲げなどの軸力のみが働く棒部材で構成することでせん断や曲げに抵抗する、トラス構造の基本的な考え方と、代表的なトラス構造の種類を学ぶ。 ・アーチに関する構造の基本として、部材を曲線上に配置し、上からの力を部材の軸力として両岸に伝達させ、主に軸力(圧縮)部材で形成される、アーチ構造の基本的な考え方と、代表的なアーチ構造の種類を学ぶ。 ・ケーブルを活用した構造の基本として、吊橋及び斜張橋について、ケーブルが分担する引張力と主塔や補剛桁が分担する圧縮力といった、力の作用方向などの構造的特徴を学ぶ。 ・その他の構造的特徴での分類として、ラーメン構造の定義と、方丈ラーメン構造やπ形ラーメン構造などの構造種類を学ぶ。 ○車両の通行位置による分類として、上路橋、中路橋、下路橋の分類を学ぶ。		②(2,3章) ③(P1~21)

<p>講義計画 (2)</p>	<p>2. 橋の構成 (約5分)</p> <p>○道路橋の図面や関連する記録等を理解するにあたり、橋の構成に関連する語句のうち、幅員構成及び橋面構成、上部構造、下部構造、上下部接続部などの橋を構成する構造の種類やそれぞれの主な部材名の例、並びに、橋長、径間長、支間長、桁下高さ、HWLなどの寸法の定義について学ぶ。</p> <p>3. 鋼橋の部材の名称と役割 (10分)</p> <p>○部材等の損傷が橋全体に与える影響を診断するにあたり、各部材等の名称や役割、部材間の力の流れを理解する必要がある。</p> <p>○鋼橋の部材の名称について、桁橋では主桁、横桁、対傾構、横構、床版などを、トラス橋では主構、床組、縦桁、横桁、橋門構、横構、床版を学ぶ。</p> <p>○鉛直荷重に対する荷重分配や支持層までの荷重伝達において床版、主桁・横桁、支承、下部構造のそれぞれが果たす役割を学ぶ。</p> <p>○また、トラス橋やアーチ橋など主構・床組からなる上部構造について、鉛直荷重に対する荷重分配や支持層までの荷重伝達において床版、床組(横桁・縦桁)、主構、支承、下部構造のそれぞれが果たす役割を学ぶ。</p> <p>○鋼橋の部材の役割について、水平荷重に対して、主桁、横桁・対傾構・床版・横構からなる橋の立体的な荷重抵抗機構について学ぶ。そのうえで、横倒れ座屈の事例や横構の座屈、破断やガセットプレートの塑性変形が生じた事例を見ることで、水平荷重に抵抗する横構や対傾構が果たす役割の理解を深める。</p> <p>4. コンクリート橋の部材の名称と役割 (5分)</p> <p>○部材等の損傷が橋全体に与える影響を診断するにあたり、各部材等の名称や役割、部材間の力の流れを理解する必要がある。</p> <p>○コンクリート橋の部材の名称と役割について、T桁橋を例に、鋼桁橋と同様に学ぶ。</p> <p>○鋼橋と異なる点として、特に、以下の2点について学ぶ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 横桁と主桁の連結の方法 ・ 床版の構造 (間詰めやPC横締め構造) <p>5. 部材の設計 (約20分)</p> <p>○部材等の損傷が橋全体に与える影響を診断するにあたり、各部材等の名称や役割、部材間の力の流れを理解する必要がある。</p> <p>○鋼橋・コンクリート橋ともに、それぞれの役割を負う種別の部材を組み合わせられて構成されていることを学ぶ。</p> <p>○同じ部材同士を接合する継手部や異なる種類の部材を接合する格点部の名称と役割を学ぶ。</p> <p>○部材の設計にて一般に考慮される荷重の概念を学ぶ。橋に作用する、自動車交通や太陽、雪、風のような自然現象といった荷重要因に対して、設計</p>	<p>②(2章) ③(P22~24)</p> <p>②(2,3章) ③(P25~34)</p> <p>②(2,3章) ③(P35~38)</p> <p>②(2,3章) ③(P39~41)</p> <p>②(3章) ③(P42)</p>
---------------------	---	---

<p>講義計画 (3)</p>	<p>に用いる荷重として、安全側に影響が考慮されるよう、荷重要因を単純化した「荷重」により設計計算が行われること、併せて「荷重」以外にも「塩分の浸透」「二酸化炭素による中性化」「振動」など様々な作用があり、これらについても必要に応じて設計で考慮されることを学ぶ。</p> <p>○実際には橋は3次元的な複雑な挙動をするものの、多くの設計では、単純化した骨組みに置き換えて、設計荷重に対する応答を算出し、必要な断面諸元を決定しているという事実を学ぶ。鉛直力、水平力のそれぞれについて、上部構造と下部構造の骨組みモデルの例を見る。</p> <p>○軸力、曲げモーメント、せん断力を受ける梁について、梁理論の初歩を学ぶ。</p> <p>○引張りを受ける鋼材において、弾性挙動、降伏、破断といった、弾性域から塑性域に至る経過を学ぶ。圧縮を受ける鋼材について、座屈が生じることを学ぶ。また、これらが、鋼桁の損傷、破壊にどのように現れ、影響するのかを学ぶ。</p> <p>○鋼桁の横倒れ座屈現象について学ぶ。</p> <p>○鉄筋コンクリート構造、プレストレストコンクリート構造の原理や、鋼材の役割、曲げ破壊、せん断破壊の形態を学ぶ。</p> <p>○鋼桁の補剛材（水平補剛材、鉛直補剛材、支点上補剛材）の役割を学ぶ。</p> <p>○支点条件に応じた桁の断面力分布の例を見ながら、断面圧縮側と引張側で異なる破壊形態になり得ることを復習する。</p> <p>○橋の各部材は、一つの部材の中でも接合部があったり、部材間でもボルト継手、溶接継手、又、コンクリート部材では間詰めや横締めなどによっても連結されていることを学ぶ。</p> <p>○設計では単純化の下に応答が算出されることを復習したうえで、実際の構造では設計モデルで省略されている部材にも応力が生じていること、そのことが損傷の原因となる場合も多く、全部材・接合部への近接目視を必要としていることを学ぶ。</p> <p>6. 床版の形式や機能（約5分）</p> <p>○部材等の損傷が橋全体に与える影響を診断するにあたり、各部材等の名称や役割、部材間の力の流れを理解する必要がある。</p> <p>○床版の形式や機能及び構造上の特徴を学ぶ。また、床版下面が鋼板や炭素繊維で補強されている場合があること、現地で合成床板との違いを見分けるための外観上の違いを学ぶ。</p> <p>7. 下部構造の部材の名称と役割（約3分）</p> <p>○部材等の損傷が橋全体に与える影響を診断するにあたり、各部材等の名称や役割、部材間の力の流れを理解する必要がある。</p> <p>○下部構造の種類や機能及び部位の名称と役割について学ぶ。</p> <p>8. 支承の形式や機能（約3分）</p>	<p>②(2,3章) ③(P43~53)</p> <p>②(2,3章) ③(P54~56)</p> <p>②(2,3章) ③(P57~69)</p> <p>②(2,3章) ③(P70~75)</p> <p>②(2,3章) ③(P76~77)</p> <p>②(2,3章)</p>
---------------------	---	---

<p>講義計画 (4)</p>	<p>○部材等の損傷が橋全体に与える影響を診断するにあたり、各部材等の名称や役割、部材間の力の流れを理解する必要がある。</p> <p>○支承の種類や機能を学ぶ。支点部にあり上部工からの荷重を下部工に伝達する機能の低下や、水平移動や回転などの変位に追従する機能の異常が橋としての健全性に影響することを学ぶ。</p> <p>9. 落橋防止システムの形式や機能（約3分）</p> <p>○部材等の損傷が橋全体に与える影響を診断するにあたり、各部材等の名称や役割、部材間の力の流れを理解する必要がある。</p> <p>○落橋防止システムというものが橋には存在する場合があることを学ぶ。</p> <p>○落橋防止システムについて、桁や橋台と連携した荷重伝達メカニズムの例を学ぶ。</p> <p>10. 伸縮装置の形式や機能（約3分）</p> <p>○部材等の損傷が橋全体に与える影響を診断するにあたり、各部材等の名称や役割、部材間の力の流れを理解する必要がある。</p> <p>○伸縮装置の設置位置、役割について学ぶ。</p> <p>11. 付帯設備や附属物の名称と役割（約3分）</p> <p>○部材等の損傷が橋全体に与える影響を診断するにあたり、各部材等の名称や役割、部材間の力の流れを理解する必要がある。</p> <p>○付帯設備や附属物について、排水装置、防護柵、遮音壁、落下物防止柵、照明、標識など、これらの種類や機能、橋への設置方法を学び、設計計算上影響が大きい荷重やそれが作用したときに影響を受けることが多い橋の部位について学ぶ。</p> <p>12. その他</p> <p>○リモート方式による講義を実施する場合は、講義中、説明内容の理解状況を確認するため、ここまでの講義で学んだ内容から択一式のクイズを出題する。（概ね講義時間1時間につき1問程度）</p>	<p>③ (P78～79)</p> <p>② (2,3章)</p> <p>③ (P80～85)</p> <p>② (2,3章)</p> <p>③ (P86～87)</p> <p>② (2,3章)</p> <p>③ (P88～95)</p>
---------------------	---	---

3.3 定期点検に関する法令及び技術基準の体系

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「定期点検に関する法令及び技術基準の体系」についての履修内容を示す。

道路橋定期点検に関する技術者育成プログラム

講義情報			
講義分野	道路橋定期点検に関する法令・定期点検要領		
講義名	定期点検に関する法令及び技術基準の体系	時間	120分
講義概要	維持管理における技術基準の体系、技術的助言、管理者が独自に定める要領の例		
使用するテキスト等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路橋定期点検要領(H31.2 道路局) (以下、「①」) ・ 道路の定期点検に関するテキスト(国総研資料 No. 829) (以下、「②」) ・ 道路橋の定期点検に関する参考資料(国総研資料 No. 748) ・ 講義用説明資料(PPT) (以下、「③」) http://www.nilim.go.jp/lab/ubg/suguni/index.html		
講義の到達目標	橋の維持管理における技術基準の体系、点検・調査・維持管理の種類や定期点検の流れを理解し、事象の捕捉あるいは把握、道路橋毎の健全性の診断に関する技術的助言の運用方法について修得する。		
	講義内容	テキスト等の該当箇所	
講義計画 (1)	<p>1. 維持管理における技術基準の体系 (約20分)</p> <p>○道路法で定められている、維持管理における技術基準の体系について、道路法第42条、道路法施行令第35条の2、道路法施行規則第4条の5の6に規定される内容を理解する。そして、法令に基づく道路橋の定期点検は、「必要な知識及び技能を有する者」が、「近接目視」により、「5年に1回の頻度」で、「健全性の診断」を行う一連をいうことを学ぶ。</p> <p>○トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示において規定している、健全性の診断の結果の分類(I~IV)とその背景と運用上の留意点について学ぶ。</p> <p>○技術的助言の位置づけ、及び、技術的助言と各道路管理者の定める要領の関係性を理解する。</p> <p>○技術的助言として位置付けられている道路橋定期点検要領(平成31年2月道路局)について、その適用範囲を理解し、道路管理者の責任において行われる定期点検の実施や結果の記録の趣旨について学ぶ。</p> <p>○道路橋の設計に関しては、道路法第29条、第30条、道路構造令、道路構造令施行規則、橋、高架の道路等の技術基準からなる法体系、運用であることを理解する。</p> <p>2. 法令を満足する定期点検の実施 (85分)</p> <p>2-1 定期点検の目的 (10分)</p> <p>○定期点検の目的として、「構造安全上の致命的な状態に至らないようにすること」「長寿命化を行うにあたって、時宜を得た対応を行うこと」「第三者被害の防止措置が行われること」が求められていることを理解する。</p> <p>2-2 定期点検の定義</p>		<p>②(4章)</p> <p>③(P1~16)</p> <p>①(P1)</p> <p>②(4章)</p> <p>③(P17~31)</p> <p>①(P7)</p>

<p>講義計画 (2)</p>	<p>○道路橋の定期点検において、知識と技能を有する者が状態の把握から診断までの一連を担うことを学び、重大損傷の例を通じてその意義を理解する。</p> <p>2-3 定期点検の頻度（10分）</p> <p>○定期点検の頻度が定められている背景を学び、頻度によって診断結果が変わり得ることを理解する。</p> <p>○IV 判定の診断例や供用後比較的早い時期に措置が必要と判定された事例を通じて、定期的に点検を実施することの意義を理解する。</p> <p>2-4 橋の状態把握（15分）</p> <p>○事例を見ながら、定期点検において、橋の各部の外観の観察及び必要に応じた打音・触診を行うために、近接を行うことの重要性を理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 過去の複数の損傷例を通じて、近接をした場合、しない場合で、得られる情報量が異なることや、措置の必要性の判断が変わってしまうことの例を学ぶ。 ・ 状態の把握において、堆積した土砂や植生及び固着した腐食片等は取り除くことの必要性、並びに、コンクリートのうき・剥離やボルトの脱落などの異常検知のために触診や打音の必要性を見ることで、近接することの合理性を学ぶ。 ・ コンクリート片だけでなく、腐食片など、第三者被害を及ぼすおそれのある損傷の例を学ぶ。 <p>○事例を通じて、非破壊検査や破壊検査・試掘などの必要性の判断の考え方について学ぶ。</p> <p>2-5 健全性の診断（40分）</p> <p>○健全性の診断では、単に損傷の外観の程度ではなく、強度、進行性、当該部材の損傷が橋全体の安全性や他の部材の強度や耐久性に与える影響も加味した工学的な判断であること、また、告示の内容を理解し、判断に反映させるにあたっての考え方を理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 同じ損傷の種類、規模であっても、発生位置によって原因も対策の必要性も異なることを、代表的な写真を見ながら学ぶ。 ・ 原因や荷重や構造的特徴によって損傷の進行の様子が異なることを、代表的な写真を見ながら学ぶ。 ・ 変状の進行性は、架橋位置の環境条件や劣化因子の浸入状況によって変わることを、代表的な写真を見ながら学ぶ。 ・ 橋の設計計算では、簡略化した骨組み構造モデルで、力の伝達を単純化した仮定で行う一方、実際の挙動とは異なることや、それが損傷につながる原因の一つと成り得る例を学ぶ。 ・ 関連する他の部位の変状と組み合わせで診断することが、重大な異 	<p>②(4章) ③(P32, P34~39)</p> <p>①(P1) ②(4章) ③(P33, P40~42)</p> <p>①(P2) ②(4章) ③(P43~54)</p> <p>①(P3) ②(4章) ③(P55~80)</p>
---------------------	--	---

<p>講義計画 (3)</p>	<p>常を見落とす危険性を下げたり、部材の状態を正しく評価することにつながることを、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○技術的助言付録3「判定の手引き」の活用のポイントや活用にあたっての留意点を学ぶ。</p> <p>○知識と技能を有する者が自ら近接目視を行ったときと同等の品質の診断ができると判断した方法により、状態の把握を行うことが求められていることを、技術的助言の記載内容から学ぶ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 技術的助言では、状態の把握自体に「近接目視と同等」であることを問うておらず、精度等によらず、得られた結果や状態についてのその他把握できた情報も組み合わせ、自らが適切な診断を実施できるかどうかを規範に状態把握の方法を選択できることを問われていることを理解する。 ・ 健全性の診断は知識と技能を有する技術者が有する知見に基づいて行われる必要があり、機器等の評価結果がそのまま健全性の診断に機械的に置き換える行為が行われてはならないこと、用いる機器の性能や適用条件、得られた結果の信頼性などの品質について、将来再評価できるよう記録が必要であることを学ぶ。 ・ 溝橋、RC床版橋、H型鋼橋など、構造の特徴や想定すべき損傷種類の特徴を通じて、必ずしも近接目視によらないこともできる構造や部材種別を判断するにあたっての留意点を学ぶ。 ・ 高力ボルト(F11T)など目視だけでは変状を把握できない部材の状態を打音検査で把握する必要性について、代表的な写真を見ながら学ぶ。 <p>2-6 記録(5分)</p> <p>○点検記録は、省令において、橋の供用期間中はこれを保存する義務があること、技術的助言で例示している記録方法について、技術的助言の付録1に例示している記録様式を例として学ぶ。</p> <p>○その他、「健全性の診断において着目した変状の記録」「措置に向けた調査や定期点検結果の比較に有用な情報の記録」「劣化傾向の分析等に必要で詳細な単位での客観的な情報の記録」の例についても併せて学ぶ。</p> <p>3. 管理者が独自に定める要領の例(10分)</p> <p>○直轄国道の道路橋の定期点検を実施するにあたって用いている文書の体系を理解する。</p> <p>○直轄国道における定期点検要領と技術的助言の内容の違い、関係性を通じて、各管理者が定める要領や文書類では、法定点検として必須となっている事項と、その他も、記録の充実など目的に応じて管理者毎に適宜追加できる事項もあることを学ぶ。</p> <p>○記録事項として、直轄国道の道路橋について行っている損傷程度の評価</p>	<p>①(P5)</p> <p>②(4章)</p> <p>③(P81~89)</p> <p>②(4章)</p> <p>③(P90~98)</p>
---------------------	--	---

<p>講義計画 (4)</p>	<p>の意義、目的や、健全性の診断や対策区分の判定との違い、評価にあたっての客観性の確保の重要性を理解する。</p> <p>○「新技術利用のガイドライン」「新技術の性能カタログ」の策定の狙いを理解する。</p> <p>4. 措置について（5分）</p> <p>○措置には、道路橋の機能や耐久性を維持・回復させるための対策のほか、撤去、定期的あるいは常時の監視、緊急的な対応としての通行規制・通行止めがあることを学ぶ。</p> <p>○措置の実施は、定期点検とは別のプロセスとして、道路管理者が最適な方法を総合的に検討することが求められることを学ぶ。また、その検討の中で、健全性の診断結果が変わりえることを理解する。</p> <p>○監視の実施の留意点を学ぶ。</p> <p>5. その他</p> <p>○リモート方式による講義を実施する場合は、講義中、説明内容の理解状況を確認するため、ここまでの講義で学んだ内容から択一式のクイズを出題する。（概ね講義時間1時間につき1問程度）</p>	<p>①(P6)</p> <p>③(P99~101)</p>
---------------------	---	--------------------------------

3.4 状態の把握と健全性の診断

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「状態の把握と健全性の診断」についての履修内容を示す。

道路橋定期点検に関する技術者育成プログラム

講義情報			
講義分野	道路橋定期点検に関する法令・定期点検要領		
講義名	状態の把握と健全性の診断	時間	90分
講義概要	定期点検の実施にあたっての一般的な注意点・主な着目点、状態の把握と健全性の診断		
使用するテキスト等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路橋定期点検要領(H31.2 道路局) (以下、「①」) ・ 道路の定期点検に関するテキスト(国総研資料 No. 829) (以下、「②」) ・ 道路橋の定期点検に関する参考資料(国総研資料 No. 748) ・ 講義用説明資料(PPT) (以下、「③」) http://www.nilim.go.jp/lab/ubg/suguni/index.html		
講義の到達目標	<p>○現地にて診断に必要な状態の把握が適切に行われるように、技術的助言の付録2に関連して、道路橋の定期点検で着目すべき箇所と主な損傷例などの着目のポイントについて、知識を取得する。</p> <p>○診断結果の品質が確保されるように、技術的助言の付録1の2.(6)(7)及び付録3に関連して、典型的な変状例に対して判定にあたって考慮すべき事項の主な例を学ぶとともに、次回定期点検までの措置方針に至るまでの技術的な所見を論理的に説明し、第三者(他の技術者)が理解できるように記録する技能を身につける。</p>		
講義内容			テキスト等の該当箇所
講義計画(1)	<p>1. 点検の着目点(20分)</p> <p>○技術的助言付録2の内容について、網羅的に学ぶ。橋梁損傷事例写真集(国総研資料 No. 748号)等に記載される多様な事例も見ながら学ぶことで、定期点検の着目点に関する理解を深める。</p> <p>2. 状態の把握(10分)</p> <p>○代表的な損傷等に対して、点検の標準的な方法や必要に応じて採用を検討することができる方法の例を学ぶ。</p> <p>○技術的助言付録1の2.(4)に関して、点検時期の検討、適切な状態の把握のために現地で養生が必要になる例、目視に加えて打音・触診やその他非破壊検査等を行うことが必要となる例、及び、解体調査が必要となる例を、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>(なお、慎重に損傷を把握するのが良い例の一部は、次の3.にて学ぶものもある)</p> <p>○ハンマによる損傷の把握や、変形量を確認する方法(水平器や定規など)を学ぶ。</p> <p>3. 健全性の診断のポイント(60分)</p> <p>○損傷の種類や位置や程度、部材の機能や状態が構造物の機能や状態にどのように影響するのかが構造物ごとに異なること、ある損傷が道路橋全体の機能又はその一部である耐荷性能に及ぼす影響は一概ではなく、構造特</p>		<p>①付録2</p> <p>②(4章)</p> <p>③(P1~53)</p> <p>①付録1</p> <p>②(4章)</p> <p>③(P54~66)</p> <p>②(4章)</p> <p>③(P67~97)</p>

<p>講義計画 (2)</p>	<p>性や部材の機能等によって異なること、また、架橋環境条件、損傷部周辺の局所的な応力状態、構造の詳細によって損傷の進行性が変化し得ること、損傷の長さ、深さ、面積などの定量的な指標から区分を行おうにも必ず例外があること等から、損傷の外観を技術的助言の判定区分の例や過去の判定例に単純に当てはめるのではなく、原因の推定をしたり、今後の推移を考察したり、部材等の役割や耐荷機構を考慮したうえで措置方針を判断することが求められることを復習する。</p> <p>○所見には、背景となる事実や、考察に至った工学的な理由を添える必要があり、少なくとも下記の考察が含まれ、これが論理的に説明されることが必要であることを学ぶ。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 変状の観察事実（変状の種類、発生位置、性状） • 変状が生じている個所の現状（変状が橋の機能・強度・耐荷力に与える影響の度合い）の推定 • 変状の原因の推定 • 変状の進行・拡大の可能性 • 必要に応じて周辺部材等に与える影響の推定 • 次回点検までの措置方針（観点、目的、緊急性（実施時期）） <p>○事実、推定、根拠、方針について書き分け、事実と推定が区別されて伝わるように所見を記載する方法を学ぶ。診断に関連する事実として直接確認した内容の表現、診断に関連する事象のうち直接確認していないものの表現、診断に関連する事象のうち推測によるものとその根拠についての表現、健全性の診断の直接的な根拠・理由についての表現、次回定期点検までの措置の必要性として健全性の診断の定義に対応させることができる推奨される措置や考え方についての表現の例を学ぶ。</p> <p>○健全性の診断において、構造物の安全性や定期点検の目的に照らして橋の性能に直接的に影響を与える部材として「主要な部材」を見極めることを学ぶ。主要な部材を見極める観点として、大型車の走行、地震、出水、強風などを考慮し、その部材の安全率の低下や欠落が落橋や長期の機能不全につながるかどうかを考えることが有効であることを学ぶ。</p> <p>○原因の推定をしたり、今後の推移を考察したり、部材等の役割や耐荷機構を考慮したうえで措置方針を判断することについて、以下のような主要な部材や代表的な損傷の事例を通じ、考察や判断の要点を学ぶ。また、いくつかの例については、所見の記載の例も見ることで、所見に含めるべき事項や理由の添え方などの技能を取得する。</p> <p>（例）</p> <ul style="list-style-type: none"> • 防食機能の劣化や床版ひびわれを例に、予防保全としての措置時期についての所見は、外観の状態から劣化要因や劣化の進行の過程が考慮されたものであること。 • コンクリート主桁のひびわれ、鋼主桁端部（支点部）の腐食、ボルトの遅れ破壊を例に、劣化を促進させる要因の観察、部材の耐荷メカ
---------------------	---

<p>講義計画 (3)</p>	<p>ニズムとそれと損傷の位置や分布の関係性が反映された現状の判断となっていること。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 支承の機能障害や鋼主桁のボルト接合部の防食機能の劣化を例に、次回定期点検までの間に措置を行うことの必要性について、同じ損傷の種類や程度でも、部材等によっては、損傷が進むことでその修繕、交換の工事が大規模になってしまうことも反映された判断となっていること。 • 鋼主桁・主構のケルバーヒンジ部のきれつを例に、重大事故の可能性の判断や緊急措置は迅速かつ安全側に行うことが要点であること。併せて、鋼主桁・主構のケルバーヒンジ部のきれつについては、直ちに通行の規制を行う必要性が高いことの注意喚起も行う。 • 鋼材埋め込み部の腐食、ケーブル定着部における素線の腐食や破断、プレキャストセグメント橋における PC 鋼材の腐食、コンクリート主桁のケルバーヒンジ部のひびわれなど外観だけから部材の健全性の診断を行うことが困難な場合についても、劣化のメカニズムや耐荷メカニズムなどの工学的な知識で外観で得られる情報を補った、安全側の判断になっていること。併せて、場合によっては、調査などを待たず、緊急に、通行の制限等の対応を行う必要があることの注意喚起を行う。 • 対傾構のきれつを例に、きれつについては、きれつが主要な部材へ進行することの可能性や、きれつの進行が他部材の荷重分担の増加に与える影響を考慮された判断となっていること。また、同種部材でのきれつの発生の増加の可能性についても検討し、必要に応じて、きれつの原因の調査など予防保全の時期や内容に関する詳細な調査の必要性についても所見に反映させるのがよいこと。 • 表面被覆、あて板、断面修復や外ケーブルの増設などが施されている部材を例に、過去の記録状態に関わらず現地での目視から補修補強履歴を把握する必要があること、補修補強がされた部位については、過去の補修内容、経緯、原因等も推定を反映した部材内部の状態や劣化の進行性の考察が反映された措置の必要性の判断となっていること。 • また、補修部には様々な再劣化要因(材料不適合、根本要因の排除の不足など)があることや、補強目的・原理が今となって見れば必ずしも適切でない可能性についても反映した措置の必要性の判断となっていること。 • 舗装の変色やひびわれを例に、ひとつの変状が他の部材の変状と関連付いていること、舗装の損傷は、鋼床板のきれつ、コンクリート床版のひびわれや上面コンクリートの劣化、間詰め部の落下などと関連づけて考えること。 • 同様に、支承部の変形を例に、橋の異常には、地盤の変状も結び付 	
---------------------	--	--

講義計画 (4)	<p>くことがあり、橋の健全性の診断にあたっては、基礎や地盤の状態も反映したものとなっていること。</p> <ul style="list-style-type: none">補修部のコンクリートのひびわれを例に、状態を把握するにあたって橋に近接したときには第三者被害防止の措置を行う一方で、叩き落としでは取り切れないものの落下の可能性がある部位が残る場合や、再度腐食等が進むことで腐食片等の第三者被害が生じる恐れがある場合には、第三者被害防止のための措置の必要性も考慮した健全性の診断となっていること。 <p>4. その他</p> <p>○リモート方式による講義を実施する場合は、講義中、説明内容の理解状況を確認するため、ここまでの講義で学んだ内容から択一式のクイズを出題する。(概ね講義時間1時間につき1問程度)</p>	
-------------	--	--

3.5 鋼部材の損傷と健全性の診断

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「鋼部材の損傷と健全性の診断」についての履修内容を示す。

道路橋定期点検に関する技術者育成プログラム

講義情報			
講義分野	橋梁における健全性の診断のための知識・技能		
講義名	鋼部材の損傷と健全性の診断	時間	180分
講義概要	鋼部材の損傷の種類・メカニズムと診断における留意点		
使用するテキスト等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路橋定期点検要領(H31.2 道路局) ・ 道路の定期点検に関するテキスト(国総研資料 No. 829) ・ 道路橋の定期点検に関する参考資料(国総研資料 No. 748) ・ 講義用説明資料(PPT) 		(以下、「①」) (以下、「②」) (以下、「③」)
講義の到達目標	鋼橋の定期点検に必要となる基礎知識として、鋼部材の損傷、損傷メカニズムについて理解し、近接目視等による変状の補足・留意点、判定の事例を踏まえ、正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項を習得する。		
	講義内容		テキスト等の該当箇所
講義計画 (1)	1. 鋼橋の部材 (5分) ○講義「橋の構造の基本」で学んだ、鋼橋の種類、部材種別や役割について、代表的な写真を見ながら復習する。		②(5章) ③(P1~10)
	2. 鋼部材の変状の種類 (5分) ○鋼橋における変状の種類について学ぶ。		②(5章) ③(P11~16)
	3. 鋼部材の変状と健全性の診断 (170分) ○代表的な変状の種類ごとに、その変状の定義、近接目視等による変状の捕捉・留意点、判定の例、正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意点の例を学ぶ。		
	3-1. 腐食・防食機能の劣化 (50分) ○腐食の一般的性状として板厚減少等が生じている状態であること、また、腐食と防食機能の劣化との違いについて、代表的な写真を見ながら学ぶ。		②(5章) ③(P17~71)
	○腐食のメカニズムを学ぶ。		
	○腐食を防ぐ対策として、道路橋防食便覧(平成26年、日本道路協会)に標準的な仕様が収録されている塗装、めっき、金属溶射、耐候性鋼材を例に、それぞれの方法の原理及び劣化の進行を学ぶ。		
	○腐食・防食機能の劣化に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録1、テキスト5.1.1の(2)、損傷事例集1.1の①、⑤に記載されている事項を学ぶ。		

<p>講義計画 (2)</p>	<p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 定期点検における「腐食」と「防食機能の劣化」の定義や例 ・ 塵埃、汚れ、腐食片、うき・剥離等がある場合の除去・かき落としの必要性 ・ 桁の外側と内側で損傷の見え方の違いや部材の交差部での状態把握の留意点 ・ 隙間腐食の原理や例 ・ コンクリートに埋め込まれた部位の局部腐食の例 ・ 耐候性鋼材の防食機能の劣化や腐食の例や特徴 ・ 溶接接手やボルト接手の「防食機能の劣化」の例や特徴 ・ 鋼コンクリート合成床版の底型枠（底鋼板等）の状態把握の留意点 <p>○腐食・防食機能の劣化に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.1.1の(4)、損傷事例集1.1の①、⑤に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 腐食環境と腐食速度の関係性の考慮の必要性 ・ 桁内や箱断面部材内部の、漏水や滞水の状態の考慮の必要性 ・ 部材の役割の考慮の必要性 ・ 閉鎖空間に浸入した飛来塩分が洗い流されない場合、腐食の原因となることの考慮の必要性 ・ 塩害環境での防食機能の低下や、鋼材腐食の急速な進展の例 ・ 腐食、減肉、欠損位置と、部材内での断面力分布、断面内の応力分布、及び、座屈・破断などの断面内での破壊形態の関係性を考慮することの重要性と例 <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 支承近傍で著しい下フランジの板厚減少や断面欠損が橋の安全性に及ぼす影響 ・ トラスの格点部のガセットの腐食と板厚減少が橋の安全性に及ぼす影響 ・ 支柱下部へのアーチリブ等を伝った雨水による腐食の事例とアーチ支柱の腐食が橋の安全性に及ぼす影響 ・ 小規模吊橋ケーブル定着部の腐食と橋の安全性に及ぼす影響 ・ 局部的な腐食による断面欠損の進行が耐荷力に与える影響を考慮することの重要性と例 <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 河川の水面付近で流木等の衝突による塗膜の損傷と局部腐食の進行の例 ・ 伸縮装置の止水・排水機能の劣化による漏水と桁端部の集中的な腐食の例 	
---------------------	--	--

<p>講義計画 (3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 異種金属接触腐食の例 ・ 部材内部や埋込部などに著しい腐食が疑われる場合の詳細調査の必要性 ・ 塗替塗装でのさびの除去不足が疑われる場合の外観の特徴、並びに、防食機能の劣化や腐食の進行の考慮の必要性 <p>3-2. 亀裂・破断 (50分)</p> <p>○亀裂・破断の一般的性状として、亀裂は応力集中が生じやすい部材の断面急変部や溶接接合部などに多く現れ、塗装がある場合に表面に開口した亀裂は塗膜われを伴うことが多いことや、破断は鋼部材が完全に断裂している状態について、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○亀裂・破断に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録1、テキスト5.1.2の(2)、損傷事例集1.1の②、④に記載されている内容を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「破断」「亀裂」「腐食」の定義や例 ・ 亀裂が疑われる塗膜割れの例 ・ ボルトやリベットの破断、折損も含めた「ゆるみ・脱落」の定義や例 ・ 支承の亀裂・破断の例 ・ 特徴的な亀裂・破断の例 <ul style="list-style-type: none"> ・ 断面急変部、溶接接合部などに確認される亀裂の例 ・ 横締めPC鋼材の破断の例 ・ 鋼床版の亀裂の例 ・ 状態の把握においては、亀裂範囲の把握には塵埃や汚れの除去や、耐候性鋼材では層状剥離さびの除去が必要であること ・ 疲労損傷が疑われる塗膜われにおける非破壊試験の実施が必要であること ・ 貫通亀裂からの雨水が浸入することで錆としても外観上の特徴が表れることもあること <p>○亀裂・破断に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.1.2の(4)、損傷事例集1.1の②、④に記載されている事例を学ぶ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 亀裂の発生箇所の例や原因 <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 横桁がウェブのみで連結されている構造の局部応力と亀裂 ・ 貫通亀裂が疑われる鋼床版デッキプレート亀裂からの漏水の例 ・ 支承ソールプレート前面の下フランジでの亀裂の例 ・ 下フランジからウェブに進展する亀裂の例 	<p>②(5章) ③(P72~114)</p>
---------------------	--	-----------------------------

<p>講義計画 (4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガセットプレートと主桁の接手近傍の局部応力とき裂の例 ・ アーチリブと支柱の剛結部の亀裂の例 ・ 鋼床版デッキプレートと縦リブの溶接継手部の亀裂の例 ・ 縦リブ内の溶接ルート部の亀裂の例 ・ トラス橋の斜材（孔加工部）の格点部近傍の亀裂・破断 <p>・ 診断の留意点 (例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 亀裂の進展の予測には難しさがあることの考慮 ・ 部材の役割の考慮と、主要な部材の断面内への亀裂の進行の可能性の有無を考慮 ・ 亀裂の進展によって補修が困難となる可能性の考慮 <p>・ 主要な部材に亀裂が進行している場合には、調査に先立って通行制限や緊急対応の必要性を検討するのがよいこと</p> <p>・ 亀裂が疑われる部位と類似のディテールを有する箇所が複数ある場合などには、予防保全の観点から、亀裂の要因等について、ディテールや橋の全体の挙動も考慮した調査や検討の必要性を検討するのがよいこと</p> <p>3-3. ゆるみ・脱落（15分）</p> <p>○ゆるみ・脱落の一般的性状として、ボルトにゆるみが生じたりナットやボルトが脱落している例について、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○支承部アンカーボルトのゆるみの例について、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○ゆるみ・脱落に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録1、テキスト5.1.3の(2)、損傷事例集1.1の③に記載されている事項を学ぶ。 (例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ボルトのゆるみ、脱落、折損の代表例 ・ 支承アンカーボルトや伸縮装置の取付けボルトのゆるみ・脱落の例 ・ ボルトのゆるみや折損については、打音検査が欠かせないこと ・ ボルトの脱落、落下による第三者被害の危険性 ・ 遅れ破壊の可能性があるボルト継手では原因に関する調査、長期的な交換等の保全方針、当面の落下防止対策等を検討する必要があること <p>○ゆるみ・脱落に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.1.2の(4)、損傷事例集1.1の③に記載されている事例を学ぶ。 (事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ボルト接手の原理と、ボルトが脱落している場合の継手性能の評価の 	<p>②(5章)</p> <p>③(P115~130)</p>
---------------------	--	---------------------------------

<p>講義計画 (5)</p>	<p>留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高力ボルト（F 1 1 T など）の遅れ破壊の例と診断の留意点 ・ 鋼床版に施工されたボルトの腐食の例と診断の留意点 ・ 支承サイドブロックのボルト破断の例と診断の留意点 ・ 地震時には支承ボルトの破断、抜け出の例と診断の留意点 ・ 高欄や附属物などで、締め付け力管理を行わない普通ボルトのゆるみ・脱落に関する状態の把握や診断の留意点 <p>3-4. 補強部材の損傷（15分）</p> <p>○補強部材の損傷の一般的性状として鋼部材に設置された鋼板（あて板）による補修・補強材料に、腐食等の損傷が生じた状態について、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○補強部材の損傷に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録1、テキスト5.2.5の(2)、損傷事例集1.2の⑩に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>（例）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 補修補強材料で覆われた部材での必要に応じた非破壊検査の例 ・ 補強されたコンクリート部材の漏水や遊離石灰などの損傷の扱いの例 <p>○補強部材の損傷に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、テキスト5.1.2の(4)、損傷事例集1.2の⑩に記載されている以下の事例を学ぶ。</p> <p>（事例の例）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 床版の補強鋼板での、床版防水機能の劣化や、床版の貫通ひびわれ <p>3-5. 遊間の異常（5分）</p> <p>○遊間の異常の一般的性状として、桁同士や桁と橋台の遊間が異常に広がったり、逆に接触している状態について、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○遊間の異常に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録1、テキスト5.3.1の(2)、損傷事例集1.2の⑬に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>（例）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 伸縮装置の変状と、下部構造の移動、伸縮装置、支承、耐震連結装置など周辺部材との関連 ・ 遊間の異常の状態を正確に把握するための塵埃や汚れ、滞水の除去 <p>○遊間の異常に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、テキスト5.3.1の(3)、損傷事例集1.2の⑬に記載され</p>	<p>②(5章)</p> <p>③(P131~133)</p> <p>②(5章)</p> <p>③(P134~138)</p>
---------------------	--	--

講義計画 (6)	<p>ている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 大規模な地震後にみられる、部材の衝突痕や変形 ・ 点検時の気温や他部材の変状等、総合的な状況判断による支承の偏り ・ 遊間の異常と同時にみられる周辺部材の変状の例 <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 伸縮装置、支承、落橋防止装置などの支点部周辺部材 ・ 多径間橋梁における隣接径間 ・ 下部工、支持地盤 <p>3-6. 定着部の異常 (10分)</p> <p>○定着部の異常の一般的性状として、PC鋼材の定着部のコンクリートのひび割れ、剥離、漏水、錆汁などの状態について、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○定着部の異常に関する状態の把握・留意点について、テキスト 5.4.1 の(2)、損傷事例集 1.4 の⑩に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 引張材の破断等が橋全体の安定や挙動に与える影響の例 ・ 定着部への水の浸入を許した原因、腐食範囲の拡大の有無の把握の例 ・ 鋼部材の定着部での応力集中箇所への留意の例 ・ 定着したケーブル材の振動による応力変動への留意の例 <p>○定着部の異常に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、テキスト 5.4.1 の(4)、損傷事例集 1.4 の⑩に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 定着部内の引張材の腐食や破断など外観から得られる様々な情報を総合的に判断した内部の状態の推定の例 ・ 外ケーブル補強工法で定着部や偏向部を設ける既設部材への複雑な応力の発生による新設部、既設部双方の健全性の確認の例 ・ 定着方法ごとに異なる防食や疲労の弱点となる箇所への留意の例 ・ 材料が輻輳しやすい桁端部のコンクリート充填不良による定着部異常の例 ・ カバー構造などで直接目視できない定着部カバー内部の鋼材腐食・破断の例 ・ 表面が補修材で被覆されている場合に内部で損傷が進行している可能性の例 <p>3-7. 漏水・滞水 (10分)</p>	<p>②(5章)</p> <p>③(P139~146)</p> <p>②(5章)</p> <p>③(P147~156)</p>
-------------	--	--

<p>講義計画 (7)</p>	<p>○漏水・滞水の一般的性状として、伸縮装置、排水施設等から雨水などが、本来の排水機構によらず漏出している状態や、桁内部、はり天端、支承部などに雨水が浸入し滞留している状態を、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○漏水・滞水に関する状態の把握・留意点について、テキスト 5.4.3 の(2)、損傷事例集 1.4 の㉔に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 激しい降雨など一時的な現象の扱い ・ 排水装置の破損による大量の雨水の供給 ・ 水みちの形成による特異な変色、一部のボルトや鋼材の腐食の例 ・ 桁内部など閉鎖空間の滞水の例 <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 桁内部に導水されている排水管の破損による浸入 ・ 排水管を桁内部に通すための孔と管の隙間からの浸入 ・ 排水管表面の伝い水による桁内部への浸入 <p>○漏水・滞水に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、テキスト 5.4.3 の(4)、損傷事例集 1.4 の㉔に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 支点部周辺で耐荷力への影響を考慮することの重要性と例 <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 伸縮装置からの漏水による下部構造の広い範囲への影響 ・ 伸縮装置、鋼製橋脚など複数の部材への影響の留意 ・ 排水型の伸縮装置の処理能力を超えた桁端部での雨水の飛散 ・ 桁端部での雨水飛散による下方の桁や下部工に劣化促進の影響 ・ 設計で想定していない部位に影響を及ぼす伸縮装置からの漏水 ・ 伸縮装置等からの漏水・滞水による鋼桁の端部の著しい腐食 ・ 閉鎖空間への滞水で劣化因子が作用し続けることの重要性と例 <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 箱桁や鋼製橋脚内部の排水管の不具合による大量の漏水 ・ 管路の桁内への引込み部等の隙間からの雨水吹込みや伝い水 ・ 箱桁内の排水管周辺の浸水経路や排水経路に関する損傷の確認 ・ 鋼製橋脚等の閉塞空間で滞水や漏水で結露繰り返しによる腐食 ・ 周辺部材への劣化因子の浸入経路を考慮することの重要性と例 <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 路面排水に凍結防止剤の塩分が含まれる場合の影響 ・ 防水層及び導排水機構の破損並びに不適切な施工 ・ 排水管から下部工など周辺部材への排水の飛散と腐食や劣化の促進 	<p>②(5章)</p>
---------------------	--	--------------

<p>講義計画</p> <p>(8)</p>	<p>3-8. 変形・欠損 (10分)</p> <p>○変形・欠損の一般的性状として、車の衝突や施工時の当て傷、地震の影響など、その原因に関わらず、部材が局部的な変形を生じている状態、又はその一部が欠損している状態を、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○変形・欠損に関する状態の把握・留意点について、テキスト5.4.5の(2)、損傷事例集1.4の㉓に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none">鋼部材の亀裂や破断などが同時に生じている場合の扱い火災などによる高温状態での材質の変化による変形や欠損 <p>○変形・欠損に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、テキスト5.4.5の(4)、損傷事例集1.4の㉓に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none">衝突による耐力や耐久性への影響を考慮することの重要性と例 <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none">耐力に影響が及ぶ鋼桁の大きな変形衝突や擦過による塗膜の損傷箇所での腐食の進行路面のオーバーレイや柵設置地盤の沈下による設定高さの変化耐力の低下につながる衝突による部材の大変形や部材断面の欠損 <ul style="list-style-type: none">脆性的破壊など供用性への影響を考慮することの重要性と例 <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none">耐力に影響を及ぼす鋼部材の塑性変形の発生箇所、程度、原因過大な荷重による部材に座屈等の変形での緊急対応座屈変形が生じた部材の取り付け部の損傷 <p>3-9. その他の異常 (5分)</p> <p>○その他の異常の一般的性状として、異常な音・振動・たわみなどの状態を、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○その他の異常の音・振動及び異常なたわみに関する状態の把握・留意点について、テキスト5.4.4の(2)、損傷事例集1.4の㉑に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none">部材同士の衝突や干渉によって生じる異常音と部材の疲労損傷遊間異常やボルトのゆるみ、脱落、支承の機能障害、部材のうきなど様々な理由による異常音とその原因確認	<p>③ (P157~165)</p> <p>② (5章)</p> <p>③ (P166~173)</p>
------------------------	--	---

<p>講義計画 (9)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 部材の疲労損傷の原因となる、風による想定外の振動の発生 ・ 振動が確認された場合の原因やそれらの異常性を見極め ・ 振動原因の特定や影響の評価にあたって詳細調査や専門家による判断 ・ たわみの原因の特定にあたっての設計との対比や詳細な測量 <p>○その他の異常の音・振動及び異常なたわみに関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、テキスト 5.4.4 の(4)、損傷事例集 1.4 の㉑に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 車両通過ごとの衝撃荷重による床版や支承の変状 ・ 下部工の移動などによる橋全体の変形可能性 ・ 高欄等の通りの確認による主構造のたわみと主桁剛性や機能の変化 ・ 他部材の変形、破断、支承の沈下等を伴った部材の隙間発生 ・ 支承や取付け部の損傷による車両の通行に伴う支承からの異音 ・ 伸縮装置の表面部材の劣化や摩耗、欠損、変形などによる段差や凹凸に車両が通過することによる異常な音が発生 ・ 鋼製伸縮装置のフェイスプレート、取付け部材等の損傷による異常音 ・ 橋の部材同士又は橋の部材と附属物との干渉による異常音 ・ 支承の損傷や接合部の不具合による異常音 ・ 発生源が特定できない場合の詳細調査の必要性 <p>4. その他</p> <p>○リモート方式による講義を実施する場合は、講義中、説明内容の理解状況を確認するため、ここまでの講義で学んだ内容から択一式のクイズを出題する。(概ね講義時間 1 時間につき 1 問程度)</p> <p>○ブレイクアウト (リモート形式研修の場合 10 分程度)</p> <p>鋼橋の損傷状況写真を使い、所見の内容や理由を班別に議論する。そして、健全性の診断の根拠を発表し、共有することで、論理的な所見を残すにあたっての留意点を復習する。出題頻度は講義時間 1.5 時間につき 1 題程度とする。また、復習であるので、対象とする損傷の種類を講義した後に実施すること。</p>	
---------------------	--	--

3.6 コンクリート部材の損傷と健全性の診断

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「コンクリート部材の損傷と健全性の診断」についての履修内容を示す。

道路橋定期点検に関する技術者育成プログラム

講義情報			
講義分野	橋梁における健全性の診断のための知識・技能		
講義名	コンクリート部材の損傷と健全性の診断	時間	180分
講義概要	コンクリート部材の損傷の種類・メカニズムと診断における留意点		
使用するテキスト等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路橋定期点検要領(H31.2 道路局) ・ 道路の定期点検に関するテキスト(国総研資料 No. 829) ・ 道路橋の定期点検に関する参考資料(国総研資料 No. 748) ・ 講義用説明資料(PPT) 		(以下、「①」) (以下、「②」) (以下、「③」)
講義の到達目標	コンクリート橋の定期点検に必要な基礎知識として、コンクリート部材の損傷、損傷メカニズムについて理解し、近接目視等による変状の補足・留意点、判定の事例を踏まえ、正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項を習得する。		
	講義内容		テキスト等の該当箇所
講義計画 (1)	1. コンクリート橋の部材(5分) ○講義「橋の構造の基本」で学んだ、コンクリート橋の種類、部材種別や役割について、代表的な写真を見ながら復習する。		②(5章) ③(P1~8)
	2. コンクリート部材の損傷(5分) ○コンクリート橋における変状の種類について学ぶ。		②(5章) ③(P9~14)
	3. コンクリート部材の損傷と健全性の診断(170分) ○代表的な変状の種類ごとに、その変状の定義、近接目視等による変状の捕捉・留意点、判定の例、正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意点の例を学ぶ。		②(5章) ③(P15~66)
	3-1. ひびわれ(45分) ○ひびわれの一般的性状として外力や変形の拘束、アルカリ骨材反応によるコンクリート内部の膨張圧や鉄筋腐食の膨張などによって、コンクリート部材の表面にひびわれが生じている状態であることについて、代表的な写真を見ながら学ぶ。		
	○ひびわれのメカニズムを学ぶ。		
	○コンクリートのひびわれに関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録1、テキスト5.2.1の(2)、損傷事例集1.2の⑥に記載されている事項を学ぶ。		
	(例) <ul style="list-style-type: none"> ・ 変色、うき・剥離、ひびわれ状態等からコンクリート内部の鋼材の腐 		

<p>講義計画 (2)</p>	<p>食が疑われる場合の打音による状態の把握の必要性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ うき・剥離に対し第三者被害予防の観点からたたき落としの措置の必要性 ・ ひびわれパターンの特徴と主な要因の例 (例) <ul style="list-style-type: none"> ・ 支間中央部、主桁直角方向の桁下面又は側面の鉛直ひびわれ ・ 支間中央部、主桁下面縦方向ひびわれ ・ 支間 1/4 部、主桁直角方向の桁下面又は側面の鉛直又は斜めひびわれ ・ 支点部、支点付近の腹部に斜めに発生しているひびわれ ・ 支点部、支承上の桁下面又は側面に鉛直に発生しているひびわれ ・ 支点部、支承上の桁側面に斜めに発生しているひびわれ ・ ゲルバー部のひびわれ ・ 支点部、連続桁中間支点部の上側の鉛直ひびわれ ・ 亀甲状、くもの巣状のひびわれ ・ 桁の腹部に規則的な間隔で鉛直方向に発生しているひびわれ ・ ウェブと上フランジの接合点付近の水平方向のひびわれ ・ 桁全体に発生している斜め 45° 方向のひびわれ ・ 支間中央部、変断面桁の下フランジの P C 鋼材に沿ったひびわれ ・ 支間 1/4 部、P C 連続中間支点部付近の変局部の P C 鋼材に沿ったひびわれ ・ 支間 1/4 部、P C 連続中間支点の変局部付近の P C 鋼材に直交したひびわれ ・ P C 鋼材定着部、偏向部付近のひびわれ（定着突起周辺、後埋めコンクリート部、外ケーブル定着部、偏向部） ・ P C 鋼材が集中している付近のひびわれ ・ 支間中央部、主桁上フランジ付近のひびわれ ・ 支点部、主桁の腹部に水平なひびわれ ・ シースに沿って生じるひびわれ <p>○コンクリートのひびわれに関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録 3、テキスト 5.2.1 の(4)、損傷事例集 1.2 の⑥に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 主桁の補修箇所における再劣化 ・ 主桁端部で伸縮装置からの劣化因子浸入による損傷 ・ アルカリ骨材反応の影響による漏水跡や亀甲状のひびわれ ・ 打ち重ね境界位置のコールドジョイントから水の浸入による劣化 ・ 箱桁内横桁で貫通孔箇所や荷重集中点に生じるひびわれ ・ 過大な曲げ応力が作用する梁部材付け根部上面に生じるひびわれ 	
---------------------	--	--

<p>講義計画 (4)</p>	<p>⑦、⑫に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ うき・剥離・鉄筋腐食に至るかぶり不足部のコンクリート中性化による鉄筋腐食 ・ 内部鋼材の腐食が疑われる変色、うき・剥離、ひびわれ等の打音 ・ うき、剥離等の第三者被害予防の観点での応急措置 <p>○うき・剥離・鉄筋露出に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.2.2の(4)、テキスト5.2.7の(4)、損傷事例集1.2の⑦、⑫に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 狭い空間に鋼材が輻輳する間詰め部の締固め不足や充填不良 ・ 下面や側面の表面被覆で部材内部に滞水することによる鋼材腐食 ・ 脱塩が不完全な塩害補修部の再劣化 ・ A S Rによる劣化部の剥離 ・ 凍結融解が繰り返される部位の劣化 ・ 桁下面に車両の衝突による断面欠損 ・ かぶり不足と伝い水による損傷 <p>3-4. 漏水・遊離石灰 (10分)</p> <p>○漏水・遊離石灰の一般的性状としてコンクリートの打継目やひびわれ部等から、水や石灰分の滲出や漏出している状態について、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○漏水・遊離石灰に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録1、テキスト5.2.3の(2)、損傷事例集1.2の⑧に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 内部鋼材の腐食が疑われる変色、漏水・遊離石灰部等の打音 ・ うき、剥離等の第三者被害要望の観点での応急措置 <p>○漏水・遊離石灰に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.2.3の(4)、損傷事例集1.2の⑧に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ さび汁の混入を伴うひびわれからの遊離石灰 ・ 鋼板接着箇所継目からの漏水と鋼板の腐食 ・ 打ち継ぎ目からの著しい漏水・遊離石灰 ・ 床版防水の有効性が疑われる間詰め部からの遊離石灰の析出 	<p>②(5章)</p> <p>③(P136~146)</p>
---------------------	---	---------------------------------

<p>講義計画 (6)</p>	<p>○定着部の異常に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.4.1の(4)、損傷事例集1.2の⑱に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 張出床版端部の定着部コンクリートのひびわれ ・ 横締めP C鋼材の抜け出し ・ 定着部カバー内部でのケーブル破断 ・ 表面が補修材で被覆されている横桁定着部内部の損傷 ・ 定着部保護キャップ内の防錆材漏出による内部腐食の進行 <p>3-7. 変色・劣化 (5分)</p> <p>○変色・劣化の一般的性状としてコンクリートの変色など部材本来の色が変化する状態、ゴムの硬化、又はプラスチックの劣化など、部材本来の材質が変化する状態について、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○変色・劣化に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録1、テキスト5.4.2の(2)、損傷事例集1.2の⑲に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 表面水の汚れや火災によるすすの除去 ・ 表面の色調などからの内部鋼材へのダメージの推測 <p>○変色・劣化に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.4.2の(4)、損傷事例集1.2の⑲に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 床版からの雨水の浸入による中空床版橋の下面に顕著な変色 ・ P C箱桁下床版に規則性のある変色がある場合の内部鋼材の損傷 ・ 火災の熱で剥離・鉄筋露出、変色が生じ、コンクリートの強度低下 <p>3-8. 漏水・滞水 (5分)</p> <p>○漏水・滞水の一般的性状として雨水などが本来の排水機構によらず漏出している状態や、桁内部梁天端、支承部などに雨水が浸入し滞水している状態について、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○漏水・滞水に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録1、テキスト5.4.3の(2)、損傷事例集1.2の⑳に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 桁内部の排水装置の破損などによる大量の雨水供給 ・ 排水管を桁内部に通す孔と管の隙間からの雨水吹き込みや伝い水 ・ 滞水や漏水の痕跡や水みちの形成による特異な変色や部分的腐食 	<p>②(5章)</p> <p>③(P183~191)</p> <p>②(5章)</p> <p>③(P192~197)</p>
---------------------	--	---

<p>講義計画 (7)</p>	<p>○漏水・滞水に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.4.3の(4)、損傷事例集1.2の㉔に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 桁端部への路面排水に飛散や滞留による定着部などの内部鋼材腐食 ・ プレキャスト箱桁のセグメント継目部の漏水 ・ 箱桁内部の排水管損傷による滞水が浸透しP C鋼材を腐食 <p>3-9. 変形・欠損 (5分)</p> <p>○変形・欠損の一般的性状として車の衝突や施工時の当てきず、地震の影響など、部材が局所的な変形を生じている状態、又はその一部が欠損している状態について、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○変形・欠損に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録1、テキスト5.4.5の(2)、損傷事例集1.2の㉕に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コンクリートかぶり不足による欠損 ・ 火災などによる高温でコンクリートの機械的性質の変化による欠損 <p>○変形・欠損に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.4.5の(4)、損傷事例集1.2の㉕に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 主桁下フランジへの衝突の影響で生じる欠損やひびわれ ・ 下を交差する道路の舗装高さの変化などの確認 <p>3-10. その他の異常 (異常なたわみ) (5分)</p> <p>○異常なたわみの一般的性状として通常では発生することのないような異常な音・振動又はたわみが生じている状態について、代表的な写真を見ながら学ぶ。</p> <p>○異常なたわみに関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録1、テキスト5.4.4の(2)、損傷事例集1.2の㉖に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 供用中に徐々にたわみが増加することによる縦断線形の異常 <p>○異常なたわみに関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.4.4の(4)、損傷事例集1.2の㉖に記載されている事例を学ぶ。</p>	<p>②(5章)</p> <p>③(P198~200)</p> <p>②(5章)</p> <p>③(P201~204)</p>
---------------------	--	---

<p>講義計画 (8)</p>	<p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 張出しの大きい桁同士をヒンジで結合した構造のクリープ変形 <p>4. その他</p> <p>○リモート方式による講義を実施する場合は、講義中、説明内容の理解状況を確認するため、ここまでの講義で学んだ内容から択一式のクイズを出題する。(概ね講義時間1時間につき1問程度)</p> <p>○ブレイクアウト(リモート形式研修の場合 10分程度)</p> <p>コンクリート橋の損傷状況写真を使い、所見の内容や理由を班別に議論する。そして、健全性の診断の根拠を発表し、共有することで、論理的な所見を残すにあたっての留意点を復習する。出題頻度は講義時間1時間につき1題程度とする。また、復習であるので、対象とする損傷の種類を講義した後に実施すること。</p>	
---------------------	--	--

3.7 下部構造及び溝橋の損傷と健全性の診断

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「下部構造及び溝橋の損傷と健全性の診断」についての履修内容を示す。

道路橋定期点検に関する技術者育成プログラム

講義情報			
講義分野	橋梁における健全性の診断のための知識・技能		
講義名	下部構造及び溝橋の損傷と健全性の診断	時間	60分
講義概要	下部構造と溝橋の損傷の種類・メカニズムと診断における留意点		
使用するテキスト等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路橋定期点検要領(H31.2 道路局) ・ 道路の定期点検に関するテキスト(国総研資料 No. 829) ・ 道路橋の定期点検に関する参考資料(国総研資料 No. 748) ・ 講義用説明資料(PPT) 		(以下、「①」) (以下、「②」) (以下、「③」)
講義の到達目標	下部構造及び溝橋の定期点検に必要となる基礎知識として、下部構造及び溝橋の損傷、損傷メカニズムについて理解し、近接目視等による変状の補足・留意点、判定の事例を踏まえ、正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項を習得する。		
	講義内容		テキスト等の該当箇所
講義計画 (1)	1. 下部構造の名称と役割 (3分) ○講義「橋の構造の基本」で学んだ、下部構造の種類、主要な部材について、代表的な写真を見ながら復習する。		②(2章) ③(P1~7)
	2. 橋台の部材 (3分) ○橋台を構成する各部材の種別や役割について、代表的な写真を見ながら復習する。		②(2章) ③(P8~10)
	3. 橋脚の部材 (3分) ○コンクリート製及び鋼製の柱式橋脚、壁式橋脚、ラーメン橋脚を構成する各部材の種別や役割について、代表的な写真を見ながら復習する。 ○橋脚の補強に関する種別や役割について代表的な写真を見ながら復習する。		②(2章) ③(P11~16)
	4. 基礎の形式や機能 (3分) ○基礎の種別や役割について、代表的な写真を見ながら復習する。		②(2章) ③(P17~22)
	5. 溝橋 (ボックスカルバート) (3分) ○溝橋について、点検方法が合理化できる条件の場合の状態の把握・留意点について、技術的助言付録2、特定の条件を満足する溝橋の定期点検に関する参考資料に記載されている事項を学ぶ。		③(P23~26)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構造条件として <ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄筋コンクリート部材からなる剛性ボックス構造 ・ ボックス構造内に支承や継手がないこと 		

<p>講義計画 (2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全面が土に囲われていること ・ 地震や洪水等に対して、部材単位での損傷よりもボックス全体としての断面形状を保ちながら剛体的に移動する変状が卓越するとみなせること ・ 経年材料の状態の変化や突発事象に対して特定の弱部がないこと <ul style="list-style-type: none"> ○ 供用条件として <ul style="list-style-type: none"> ・ 第三者がその内空に入るおそれがない供用環境を有すること <p>6. 変状の種類 (7分)</p> <p>○ 下部構造における変状の種類について学ぶ。</p> <p>7. 下部構造コンクリート部材の変状と健全性の診断 (20分)</p> <p>○ 下部構造コンクリート部材のひびわれについての一般的性状を学ぶ。</p> <p>○ 橋台のひびわれに関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録 2、テキスト 5.2、損傷事例集 1.2 の⑥に記載されている内容を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 打継目に対して垂直又は斜めひびわれの例 <ul style="list-style-type: none"> ・ ひびわれの貫通の可能性 ・ 背面からの漏水による鉄筋腐食の懸念から耐荷力の低下の可能性 ・ 沈下・移動・傾斜が生じていないか ・ 橋台前面の鉄筋段落とし部付近のひびわれの例 <ul style="list-style-type: none"> ・ 地震等による曲げモーメントに対する耐力 ・ 基礎の沈下・移動・傾斜の可能性 ・ 橋台前面の亀甲状、くもの巣状のひびわれの例 <ul style="list-style-type: none"> ・ ASRや凍害の発生や水の浸透による内部鉄筋の腐食で部材の強度に影響を与える可能性 <p>○ 支承部のひびわれに関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録 2、テキスト 5.2、損傷事例集 1.2 の⑥に記載されている内容を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 支承部からの荷重等の力に対して耐力低下の可能性 ・ ひびわれの進行から内部鉄筋の腐食の可能性 <p>○ 橋脚のひびわれに関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録 2、テキスト 5.2、損傷事例集 1.2 の⑥に記載されている内容を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 打継目に垂直なひびわれの例 <ul style="list-style-type: none"> ・ 腐食等により鋼材断面積の減少から耐荷力低下の可能性 ・ 斜めひびわれでは、沈下・移動・傾斜が生じている可能性 	<p>②(5章)</p> <p>③(P27~39)</p> <p>②(5章)</p> <p>③(P40~71)</p>
---------------------	---	---

<p>講義計画</p> <p>(3)</p>	<p>○T型橋脚のひびわれに関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録2、テキスト5.2、損傷事例集1.2の⑥に記載されている内容を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 張出部の付け根側のひびわれの例 <ul style="list-style-type: none"> ・ 曲げモーメントに対する張出付け根部の耐力 ・ 橋脚中心部の鉛直ひびわれの例 <ul style="list-style-type: none"> ・ 支承の支圧に対する耐力 <p>○ラーメン橋脚のひびわれに関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録2、テキスト5.2、損傷事例集1.2の⑥に記載されている内容を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 柱上下端・ハンチ全周にわたるひびわれの例 <ul style="list-style-type: none"> ・ 地震力による曲げモーメントに対する耐力 ・ 柱全周にわたるひびわれの例 <ul style="list-style-type: none"> ・ 基礎の沈下・移動・傾斜 ・ はり中央部下側のひびわれの例 <ul style="list-style-type: none"> ・ 曲げモーメントに対する耐力 ・ 基礎の沈下・移動・傾斜が生じている可能性 <p>○下部構造コンクリート部材の劣化に対する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.2、損傷事例集1.2の⑥に記載されている内容を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態の事例 ・ 構造物の機能に支障が生じる可能性があり早期に措置を講ずべき状態の事例 ・ 構造物の機能に支障が生じている又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態の事例 <p>○下部構造コンクリート部材のひびわれに対する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.2、損傷事例集1.2の⑥に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 片持ち梁の上面から側面下方に向かうひびわれは過大な曲げ応力の可能性やひびわれ幅に応じて鉄筋に過度な負担が生じている可能性 ・ 張出部の先端では雨水の影響を受けやすく伸縮装置の不具合による漏水の影響の可能性 ・ 橋台は伸縮装置の不具合による漏水の影響や背面からの地下水による 	
------------------------	--	--

<p>講義計画 (4)</p>	<p>影響を受ける可能性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水の影響を受ける部位ではアルカリシリカ反応が進行しやすく、地中部に連続している可能性 ・ パイルベント橋脚では偏心荷重の作用によりパイルベントの破壊の可能性 <p>○下部構造コンクリート部材の剥離・鉄筋露出に対する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.2、損傷事例集1.2の⑥に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ アルカリシリカ反応が進行すると劣化したコンクリート片の落下で第三者被害が生じる可能性や断面減少による耐荷力の低下の可能性 ・ 張出部では雨水の影響により剥離・鉄筋露出が生じる可能性 ・ 積雪寒冷地域では雨水や融雪水の経路、特に北側より南側で凍結融解の繰返しが多くポップアウトやスケーリング、特に凍結防止剤の影響で損傷が急速に進展する可能性 <p>○下部構造コンクリート部材のうきに対する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.2、損傷事例集1.2の⑥に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コンクリートのかぶりが比較的薄い場所やひびわれ等に水が浸入することにより鉄筋が腐食し膨張することでうきが生じる可能性 ・ 特に張出部では雨等に曝されるうえ、ASRの可能性も疑う必要性 <p>○下部構造コンクリート部材の補修・補強部材の損傷に対する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.2、損傷事例集1.2の⑥に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 巻き立てたコンクリートには乾燥収縮によるひびわれが生じたり、上部工からの漏水で鉄筋を腐食させる可能性 ・ 保護塗装を実施しても塗装箇所以外から漏水等が浸入するとアルカリシリカ反応が進行しひびわれが進展する可能性 <p>○下部構造コンクリート部材の診断において、詳細調査を行うべき場合の留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.2、損傷事例集1.2の⑥に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地中部の柱や基礎でもアルカリシリカ反応によるひびわれが生じている可能性 	
---------------------	--	--

<p>講義計画 (6)</p>	<p>しさが生じる可能性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 汽水域の没水部では極度に腐食が進行する可能性 <p>○下部構造鋼部材の補修・補強材の損傷に対する正しい健全性の診断における留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.2、損傷事例集1.2の⑩に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 橋脚柱部を鋼板で巻き立てる補強の場合、アンカーボルト用の孔や溶接部の不陸から腐食が生じる可能性 ・ 水分や塩分などにより腐食環境が厳しい場合には、補強材の腐食に限らず本体の損傷にも留意が必要となる可能性 <p>○下部構造鋼部材の亀裂・破断に対する正しい健全性の診断における留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.1、損傷事例集1.1の②に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 鋼製橋脚の溶接で組み合わされた隅角部では、応力集中による大きな応力振幅と溶接品質の確保の難しさから亀裂が発生する可能性 <p>10. 下部構造の沈下、傾斜等と健全性の診断 (12分)</p> <p>○下部構造の沈下・移動・傾斜に対する正しい健全性の診断における留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.4、損傷事例集1.4の⑮に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地震時の地盤の変状に伴って、下部工に沈下や移動が生じる可能性 ・ 下部工周辺に土砂の噴出痕が見られる場合に下部工が沈下や移動を生じている可能性 ・ 上部構造の線形に異常がみられる場合に下部工の地下・移動・傾斜にも留意する必要性 ・ 上部工がパラペットに接触すると上部工にも過大な荷重が作用することから、路面、床版、主桁、支承も含めて変状を注視する必要性 ・ 地震時の地盤の変状に伴い下部工の沈下や移動のほかアプローチ部や補強土壁にも変状が生じる可能性 ・ ケーソン基礎の傾斜、側壁の損傷についても変状として把握する必要性 <p>○下部工の洗掘について、一般的性状とこれまでに得られた知見を学ぶ。</p> <p>○下部工の洗掘に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録3、テキスト5.4、損傷事例集1.4の⑯に記載されている事項を学ぶ。</p>	<p>②(5章)</p> <p>③(P85~104)</p>
---------------------	--	--------------------------------

<p>講義計画 (7)</p>	<p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 河川勾配が急で河積が小さかったり河道が湾曲している場合外岸に被災が多い例 ・ 河川管理施設等構造令の適用基準が古い下部工や、杭基礎やケーソン基礎に比べて直接基礎での被災が多い例 ・ 既往資料として収集すると良い事項 <ul style="list-style-type: none"> ・ 河川条件 ・ 改修履歴 ・ 出水記録 ・ 地盤条件 ・ 橋梁条件 ・ 前回の点検結果 ・ 現地状況として把握すると良い事項 <ul style="list-style-type: none"> ・ 流路、滞筋などの河川状況 ・ 周辺護岸の改変状況 ・ 近傍構造物の改変状況 ・ 周辺護岸の条件、変状等 ・ 背面舗装の変状等 ・ 現地計測にて把握すると良い事項 <ul style="list-style-type: none"> ・ 橋梁軸線のずれ ・ 橋台橋脚躯体の傾斜、ひびわれ等の変状 ・ 橋台・橋脚周辺の河床低下の有無 ・ フーチング上面や下面が露出状況 ・ 洗掘深さの進行程度 ・ 対策工の変状 ・ 下部工からの水深値 <p>○橋梁基礎の洗掘に対する正しい健全性の診断における留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.4、損傷事例集1.4の㉔に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 増水時に河床材料が消失し洗掘が進むとフーチングの露呈により河道阻害幅が広がりさらに洗掘が進むことから水中カメラなども活用して河床の状態把握を行う例 ・ 護床ブロックが増水時の影響で散乱している場合に流水の影響が把握できる例 ・ 杭基礎の露呈により杭に設計で考慮していない力が生じることで変状に至る例 ・ 水衝部で橋台が突出している場合に背面土の吸い出しによる変状がみられる例 	
---------------------	--	--

<p>講義計画 (8)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 直接基礎では底面土砂の流失が沈下や傾斜に直結していたり、増水や地震の影響でフーチングが浮いている場合には監視を計画するのがよい例 <p>○下部工の不同沈下に対する正しい健全性の診断における留意事項について技術的助言付録3、テキスト5.4、損傷事例集1.4の㊸に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 溝橋の底板周辺地盤変状により構造物へ作用する土圧の増加や、構造物の相互干渉につながることもある例 ・ 吸出しや液状化による変状が生じている例 <p>11. その他</p> <p>○リモート方式による講義を実施する場合は、講義中、説明内容の理解状況を確認するため、ここまでの講義で学んだ内容から択一式のクイズを出題する。(概ね講義時間1時間につき1問程度)</p>	
---------------------	---	--

3.8 支承・附属物等の損傷と健全性の診断

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「支承・附属物等の損傷と健全性の診断」についての履修内容を示す。

道路橋定期点検に関する技術者育成プログラム

講義情報			
講義分野	橋梁における健全性の診断のための知識・技能		
講義名	支承・附属物等の損傷と健全性の診断	時間	60分
講義概要	支承・附属物等の損傷の種類・メカニズムと診断における留意点		
使用するテキスト等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路橋定期点検要領(H31.2 道路局) (以下、「①」) ・ 道路の定期点検に関するテキスト(国総研資料 No. 829) (以下、「②」) ・ 道路橋の定期点検に関する参考資料(国総研資料 No. 748) ・ 講義用説明資料(PPT) (以下、「③」) (http://www.nilim.go.jp/lab/ubg/suguni/index.html)		
講義の到達目標	支承・附属物等の定期点検に必要となる基礎知識として、支承・附属物の損傷、損傷メカニズムについて理解し、近接目視等による変状の補足・留意点、判定の事例を踏まえ、正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項を習得する。		
	講義内容		テキスト等の該当箇所
講義計画 (1)	<p>1. 支承(25分)</p> <p>○講義「橋の構造の基本」で学んだ、支承部の種類、部材種別や役割について、代表的な写真を見ながら復習する。</p> <p>○支承部の劣化に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録2、テキスト5.3、損傷事例集1.3の⑩に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 腐食による断面欠損 ・ 土砂堆積 ・ 支承の傾き ・ 移動状態の偏り ・ 支承本体や台座コンクリートの破損 ・ ゴム本体の逸脱 ・ 植物や土砂、塵埃の堆積の除去 ・ 残留変位の計測 ・ サイドブロックの擦傷痕 ・ 高欄等周辺部材の変状 ・ 支承が取り付けられている下フランジ等の変状 <p>○支承部の劣化に関する正しい健全性の診断のために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.3、損傷事例集1.3の⑩に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 防食機能の劣化や腐食による支承機能の低下やボルトのゆるみなどによる予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態 		<p>②(2章)</p> <p>③(P1~10)</p> <p>②(5章)</p> <p>③(P11~25)</p>

<p>講義計画 (2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 支承本体や取付け部の主桁下フランジの著しい腐食やボルトの破断による支持機能の低下やゴム支承本体の顕著な亀裂などにより早期に措置を講ずべき状態 ・ ローラーの脱落や台座モルタルの破損で支承の荷重支持機能が大きく低下していたり、支承部及び取付け部の桁や下部工本体が大きく損傷しているなどにより緊急に措置を講ずべき状態 ・ 桁端部に遊間の異常が認められたり支承近傍に亀裂を併発した腐食が広がっていたり、地震後の異常な残留変位や支承取付け部の損傷がみられるなど第三者被害防止等の観点からも詳細調査を行った上で判定する必要がある状態 <p>2. 伸縮装置（10分）</p> <p>○講義「橋の構造の基本」で学んだ、伸縮装置の種類、部材種別や役割について、代表的な写真を見ながら復習する。</p> <p>○伸縮装置の劣化に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録2、テキスト5.3、損傷事例集1.3の⑬、⑭に記載されている事項を学ぶ。 (例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 遊間の異常 ・ ゴム部分の欠損と路面の段差 ・ 伸縮装置から桁端部への漏水といった事象の捕捉 ・ 伸縮装置間の土砂詰りがある場合には除去する例 ・ 桁間の間隔や伸縮装置及び支承等の変位などが遊間の異常としてみられる状態 <p>○伸縮装置の劣化に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.3、損傷事例集1.3の⑬、⑭に記載されている事例を学ぶ。 (事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 路面に特異な段差や凹凸が生じている状態 ・ コンクリートやゴムの特異な変色など、部材の色に異常がみられたりゴムや樹脂などの材質が変化している状態 ・ 通常では発生することがないような異常な音・振動が生じている状態 <p>3. 舗装（10分）</p> <p>○講義「橋の構造の基本」で学んだ、舗装の部材種別や役割について、代表的な写真を見ながら復習する。</p> <p>○舗装の劣化に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録2、テキスト5.3、損傷事例集1.3の⑭、⑮に記載されている事項を学ぶ。</p>	<p>②(2章)</p> <p>③(P26～30)</p> <p>②(5章)</p> <p>③(P31～36)</p> <p>②(2章)</p> <p>③(P37～38)</p> <p>②(5章)</p> <p>③(P39～45)</p>
---------------------	--	---

<p>講義計画 (3)</p>	<p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ひびわれ、陥没、著しい轍掘れやポットホールといった事象の捕捉 ・ 堆積土砂がある場合にはそれらを除去 ・ 舗装面にひびわれやうき、ポットホール、水や石灰分の滲出などの異常が生じている状態 <p>○舗装の劣化に関する正しい健全性の診断のための留意事項として、技術的助言付録3、テキスト5.3、損傷事例集1.3の⑭、⑮に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ひびわれや陥没の補修跡の直下の床版では部分的に損傷が進行している可能性 ・ 浸水によりコンクリート床版が著しく損傷したり、鋼床版上では車輪位置に一致する位置で蜘蛛の巣状の舗装のひびわれや窪みがみられる場合には鋼床版に貫通亀裂が生じている可能性 ・ 桁端部の舗装ではブロック状の破壊が進むことがあり、車両の通過で飛散するなど第三者被害の危険性 <p>4. 排水装置 (10分)</p> <p>○講義「橋の構造の基本」で学んだ、排水装置の部材種別や役割について、代表的な写真を見ながら復習する。</p> <p>○排水装置の劣化に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録2、テキスト5.4、損傷事例集1.4の⑳、㉑に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 排水装置からの漏水 ・ 排水装置の破断 ・ 排水装置への土砂詰り ・ 土砂や塵埃がある場合にはそれらを除去 ・ 排水装置からの漏水・滞水による鋼材の集中的な腐食 ・ 土砂詰りによる排水装置の機能不全 ・ 排水管の破損による排水システムの不全 <p>○排水装置の劣化に対する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、テキスト5.4、損傷事例集1.4の⑳、㉑に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 排水装置以外の部材との関係について、鋼箱桁内への漏水・滞水により下フランジに広範囲で激しい腐食が生じる可能性 ・ 伸縮装置からの漏水による上部工桁端部腐食や、鋼製橋脚の腐食で板 	<p>②(2章)</p> <p>③(P46~50)</p> <p>②(5章)</p> <p>③(P51~57)</p>
---------------------	---	---

<p>講義計画 (4)</p>	<p>厚が減少し耐荷力が低下する可能性</p> <p>5. 附属物 (5分)</p> <p>○附属物の劣化に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録2、テキスト5.4、損傷事例集1.4に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 防護柵の変形・欠損、検査路、遮音壁、照明柱等が他の部材と干渉して生じる異常な音 ・ 添加物からの漏水 ・ 桁下空間の不法占拠 ・ 車両衝突による亀裂損傷や異常変形 ・ 施工不良によるボルトのゆるみ ・ 照明柱や情報版柱の腐食・亀裂損傷による倒壊 <p>6. その他</p> <p>○リモート方式による講義を実施する場合は、講義中、説明内容の理解状況を確認するため、ここまでの講義で学んだ内容から択一式のクイズを出題する。(概ね講義時間1時間につき1問程度)</p>	<p>②(5章)</p> <p>③(P58~65)</p>
---------------------	---	-------------------------------

3.9 附属物の定期点検要領概論

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「附属物の定期点検要領概論」についての履修内容を示す。

道路橋定期点検に関する技術者育成プログラム

講義情報			
講義分野	橋梁における健全性の診断のための知識・技能		
講義名	附属物の定期点検要領概論	時間	60分
講義概要	附属物(標識、照明施設等)、歩道橋の定期点検要領について		
使用するテキスト等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 門型標識等定期点検要領(H31.2 道路局) ・ 小規模附属物点検要領(H29.3 道路局) ・ 横断歩道橋定期点検要領(H31.2 道路局) ・ 道路の定期点検に関するテキスト(国総研資料 No. 829) ・ 道路橋の定期点検に関する参考資料(国総研資料 No. 748) ・ 講義用説明資料(PPT) ・ 講義テキスト「附属物の定期点検」 (http://www.nilim.go.jp/lab/ubg/suguni/index.html) 	(以下、「①」)	(以下、「②」)
講義の到達目標	附属物(標識、照明施設等)定期点検要領、歩道橋定期点検要領の内容全般(これらの構造に特有の損傷事例の紹介を含む)について修得する。		
講義内容			テキスト等の該当箇所
講義計画 (1)	<p>1. 附属物の種類と附属物点検の技術基準体系(約10分)</p> <p>○附属物の定義について、道路法で定められている「道路の附属物」と道路法施行令で定められている附属物の定義について学ぶ。</p> <p>○道路法で定められている、維持管理における技術基準の体系について、道路法第42条、道路法施行令第35条の2、道路法施行規則第4条の5の6に規定される内容を理解し、法令に基づく門型標識等の定期点検要領においては、「必要な知識及び技能を有する者」が、「近接目視」により、「5年に1回の頻度」で、「健全性の診断」を行うこと、門型標識等以外の附属物については、道路法に従って必要に応じ、適切な時期・内容の点検を実施する必要について学ぶ。</p> <p>○門型標識等、小規模附属物、それ以外の標識等について、それぞれの定期点検要領の適用範囲や取扱いについて理解し、併せて構造物に設置されている附属物等についてはそれぞれの構造物の定期点検要領により実施され、構造物に設置されていない附属物等については、門型標識等定期点検要領、小規模附属物点検要領により実施されるといった、附属物の点検要領の体系について学ぶ。</p> <p>2. 標識・照明柱の構造(約5分)</p> <p>○道路標識の種類や構造、維持管理上の特徴について学ぶ。</p> <p>3. 門型標識等定期点検要領(約10分)</p> <p>○門型標識等の劣化に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録</p>		<p>①</p> <p>②</p> <p>③(P1~5)</p> <p>①</p> <p>②</p> <p>③(P6~8)</p> <p>①</p> <p>②</p> <p>③(P9~15)</p> <p>③(P16~22)</p> <p>③(P23~41)</p>

<p>講義計画 (2)</p>	<p>2、附属物講義テキスト3.に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 近接目視にあたって、土砂や植生の除去や固着した腐食片のかき落としを行うこと ・ 重ね貼りしたシートやプレートの粘着強度低下や取付けリベットの脱落といった状況 <p>○国の点検要領における実施の例を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 板厚調査実施の目安の例 ・ 亀裂探傷試験実施の目安の例 <p>○門型標識等の劣化に関して部材単位毎に評価を行う際の留意事項について、技術的助言付録1、附属物講義テキスト3.に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 健全性の診断を行うにあたり、その評価単位として、支柱、横梁、標識板又は道路情報版、基礎、その他に区分して行う例 <p>4. 国管理の附属物（標識、照明施設等）の定期点検要領（約5分）</p> <p>○附属物の劣化に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録2、附属物講義テキスト4.に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 柱脚部の溶接部、取付け部、ボルト部、路面等の境界部 ・ 開口部、開口部のボルト部、支柱内部 ・ 支柱上部の溶接部、取付け部、分岐部、継手部 ・ 標識板又は灯具等の取付け部 ・ ブラケット取付け部 ・ 必要に応じて超音波パルス反射法による残存板厚調査の例 ・ 亀裂探傷試験、路面境界部の掘削を伴う目視点検方法の例 <p>○附属物の劣化に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、附属物講義テキスト4.に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ カメラによる外観観察など、自らの近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法による場合の例 <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ カメラ等のデジタル機器を活用する際に、ボルト等のゆるみの場合に合いマークのように外観から確認できる方法を予め施しておく例 	<p>③ (P42～49)</p>
---------------------	--	-------------------

<p>講義計画 (3)</p>	<p>5. 附属物の定期点検における主な着目点と健全性の診断のポイント (約25分)</p> <p>○附属物の劣化に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、附属物講義テキスト4.に記載されている事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 支柱基部の路面境界部に錆汁がみられる場合には外観の見た目以上に内部で腐食が進行していることもある例 ・ 鋼部材の塑性変形は耐荷力の低下につながる危険性がある例 ・ 応力の繰返しを受ける支柱基部のリブ溶接や支柱継手部の溶接部など亀裂の進行が支柱の破断倒壊に直結する恐れがある場合の例 ・ 支柱開口部のパッキンなど止水機構の劣化により支柱内部で滞水及び腐食がみられる場合、変状が急速に進行することがある例 ・ 支柱上部、横梁、分岐部、支柱継手部などの各溶接部は疲労亀裂や振動によるボルトのゆるみ・脱落が生じることがある例 ・ 標識板又は灯具等の取付け部で取付け金具の損傷等により取付け部の落下等のおそれがあり緊急的な対応が必要となる例 ・ 支柱基部のアンカーボルト・ナットを覆っているボルトキャップの中で腐食が生じ、外観上は変状が分からない例 ・ 取り付けバンドなど異種金属接触腐食により損傷が進行する例 <p>6. 横断歩道橋の定期点検(約5分)</p> <p>○横断歩道橋の劣化に関する状態の把握・留意点について、技術的助言付録2、附属物講義テキスト4.に記載されている事項を学ぶ。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 道路等を横断しており、直下を利用する車両等の衝突による変形事例 ・ 占用物件や標識などの添架物が多数設置されており、取付け金具の損傷等により落下の可能性 ・ 上部工と階段部の接合部を有しており、フックの変形や腐食、ボルトの破断等が生じる可能性 ・ 一般的に採用されているデッキプレートは、多くの溶接で接合され、作用する応力が道路橋よりも小さいことから板厚が道路橋より薄く、浸入した水がデッキプレートに滞留しやすく、路面排水が主桁ウェブとの地際を流れる構造など腐食環境が悪く、水みちも多様であること。 <p>○横断歩道橋の劣化に関する正しい健全性の診断を行うために知っておくべき留意事項について、技術的助言付録3、附属物講義テキスト4.に記載された事例を学ぶ。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 腐食片、うき・剥離は取り除いたりかき落とす例 	<p>③ (P50~85)</p> <p>③ (P86~99)</p>
---------------------	--	-------------------------------------

講義計画 (4)	<p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none">・ 支柱基部の腐食・ 支柱の柱頭部で鋼管が破断・ デッキプレートの腐食による断面欠損・ デッキプレート合わせ目からの漏水による横桁の腐食・ 高欄基部の腐食による断面欠損 <p>7. その他</p> <p>○リモート方式による講義を実施する場合は、講義中、説明内容の理解状況を確認するため、ここまでの講義で学んだ内容から択一式のクイズを出題する。(概ね講義時間1時間につき1問程度)</p>	
-------------	---	--

3.10 土工構造物の構造の基本

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「土工構造物の構造の基本」についての履修内容を示す。

<p>講義計画 (2)</p>	<p>○RC シェッド・PC シェッド・鋼製シェッドの各部の名称や構造を写真と模式図を見ながら学ぶ。</p> <p>○シェッドの設計の考え方を把握するために、考慮すべき荷重・荷重の組み合わせ・安定照査・部材設計で照査すべき項目を落石対策便覧に記載の事項を学ぶ。</p> <p>3. カルバートの構造と設計の考え方の基本 (20分)</p> <p>○道路土工カルバート工指針(平成22年3月、(社)日本道路協会)に記載のあるカルバートの基本的な構造、種類・使用材料・構築方法の分類に応じた一般的な構造形式を学ぶ。</p> <p>○対象とする大型カルバートの構造形式の特徴と、一般的な部材構成や各部材の特徴を技術的助言付録4に記載されている構造例を見ながら学ぶ。 (構造の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ボックスカルバートの例 ・門形カルバートの内空の例 ・プレキャストカルバートの継手の例 <p>○従来型カルバートを従来型以外のカルバートについて、従来型カルバートの適用範囲と条件をカルバート工指針に記載の事項を学ぶ。</p> <p>○カルバートの設計の考え方を把握するために、考慮すべき荷重・荷重の組み合わせ・安定照査・部材設計で照査すべき項目を道路土工カルバート工指針に記載の事項を学ぶ。</p>	<p>① (P114 ~ 117)</p> <p>② (P47~63)</p>
---------------------	---	---

3.11 シェッド、大型カルバート等の定期点検要領概論

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「大型カルバート等の定期点検要領概論」についての履修内容を示す。

道路橋定期点検に関する技術者育成プログラム

講義情報			
講義分野	シェッド・大型カルバート等の定期点検要領概論		
講義名	シェッド・大型カルバート等の定期点検要領概論	時間	90分
講義概要	定期点検の実施にあたって、点検時の着目箇所や判定時の留意事項、記録様式記載時の留意事項等を把握する。		
使用するテキスト等	<ul style="list-style-type: none"> ・シェッド、大型カルバート等定期点検要領 (H31.2 道路局) ・記録様式作成にあたっての参考資料 (H31.2 道路局 国道技術課) ・講義用説明資料 (PPT) http://www.nilim.go.jp/lab/ubg/suguni/index.html	(以下「①」)	(以下、「②」)
講義の到達目標	<p>道路橋において、基礎、斜面上の基礎、橋台、溝橋など、土工構造物の基本的な構造や知識を得ることは重要であることから、以下の事項を理解・習得する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・点検要領改訂のポイントの他、定期点検の内容に関する法令運用上の留意事項および点検を行うにあたっての一般的留意事項。 ・シェッド、大型カルバート等の各構造物の部材構成と各部材における点検時の着目点。 ・シェッド、大型カルバート等における変状の種類や、部材単位での健全性診断における留意点。 ・定期点検記録様式への記入方法や注意点の他、健全性診断時における各部材の部材番号の振り分け方。 		
講義内容			テキスト等の該当箇所
講義計画 (1)	<p>1. 定期点検要領の概要 (20分)</p> <p>○施設の利用目的等によっては内空における利用者被害の観点から点検の作業量を低減できることや、過去の定期点検結果を基に新たに設定された各施設における点検時の着目箇所など点検要領改定の要点について、写真や技術的助言付録1, 2, 4に記載の具体的な内容を参考に学ぶ。</p> <p>○技術的助言の適用範囲の他、技術的助言内で示される定期点検の頻度、定期点検の体制、状態の把握、健全性の診断、記録、措置について、技術的助言に示される法令運用上の留意事項を学ぶ他、技術的助言付録1に示される定期点検を行うにあたっての一般的留意事項について学ぶ。</p> <p>2. 定期点検における主な着目箇所 (30分)</p> <p>○シェッド、大型カルバート等の各構成部材における着目ポイントとして、各部材における事象と変状の関係性を技術的助言付録2および付録4に沿って学ぶ。なお、対象とするシェッドおよび大型カルバートの構造形式と一般的部材構成は、シェッドは落石対策便覧(H29.12)に示されているもの、大型カルバートは剛性ボックスカルバート(主にコンクリート部材によるもの)を想定している。</p> <p>(共通する着目ポイントの例)</p>		<p>① (P11) (P34~58) (P114~120) ③ (P4~5)</p> <p>① (P1~17) ③ (P6~15)</p> <p>① (P34~58) (P114~120) ③ (P16~38)</p>

<p>講義計画 (2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・水が供給されるひびわれ部では遊離石灰や錆汁が生じやすい。 ・寒冷地では柱や壁下部に凍結防止剤散布の影響による塩害・凍害劣化が生じやすい。 ・沿岸道路では飛来塩分に曝され、塩害劣化を生じやすい。 ・アルカリ骨材反応により亀甲状のひびわれが生じる場合がある。 <p>(シェッドの着目ポイントの例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・背面土や地山変状の影響により目地部にずれが生じる場合がある。 ・補修補強材が設置されている場合、内側で変状が進行しても外観に変状が現れにくいいため、注意が必要 ・(部材内部に配置された) PC 鋼材の腐食により、梁下面に縦方向のひびわれが生じることがある。 ・横梁位置の間詰め部では、主梁上面からの水の供給により、遊離石灰や錆汁が生じやすい。 ・設計上考慮していない崩土等がある場合、頂版上緩衝材の耐荷力低下や機能障害の恐れがある。 ・雨水が直接かかり湛水しやすい場所では、腐食が生じやすい。 ・部材接合部では部材が輻輳して狭隘部となりやすく、腐食環境が厳しい場合が多く、局部腐食や異常腐食が進行しやすい。 ・継手部は、腐食が進展した場合、亀裂が発生する場合があります。 ・路面水、特に凍結防止剤を含む路面水の飛散により、柱基部の局部腐食や異常腐食が生じやすい。 <p>(シェルターの着目ポイントの例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主構端部と受台胸壁部の隙間（遊間）の防水が十分でない場合、漏水の発生により、主構や受台の変状のみならず、支承部の腐食などが生じることがある。 ・異常積雪時は、アンカー近傍部に大きな応力が生ずることから、ひびわれ、剥離が生じやすい。 ・部材間目地から目地材（パッキン材含む）が脱落する場合がある。 ・屋根材を固定する金物の腐食に留意が必要である。 ・脊座面と路面との高低差が少ないため、土砂などが堆積している場合が多く、この点からも腐食が生じやすい。 ・主構のゆるみが生じている箇所では、その付近の別のボルトも緩んでいる可能性がある。 <p>(支承部、下部工の着目ポイントの例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・狭隘な空間となりやすく、高湿度や塵埃の堆積など腐食環境が激しい場合が多く、鋼材の局部腐食や異常腐食も進行しやすい。 ・落石・地震時にアンカー近傍に大きな応力が作用し、割れや破損が生じやすい ・鋼製ヒンジ支承やアンカーボルト、ナット部で塗膜が損傷しやすく、防食機能の低下や腐食が進行しやすい。 	
---------------------	---	--

<p>講義計画 (3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤（谷側斜面）の変状により、沈下・傾斜・移動等が生じやすく構造物の機能や安定性等に影響する可能性がある。 ・河川近傍の護岸擁壁や海岸擁壁の場合には、擁壁背面（舗装下）の土砂流出（吸い出し）が生じることがある。この場合、兆候として舗装の谷側にひびわれが生じることがあるので留意する。 ・洗掘により不安定化することがある。 <p>（大型カルバートの着目ポイントの例）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土かぶりが薄い場合は、上部道路の活荷重等の影響により、ひびわれ等の変状が生じる場合がある。 ・付属物取付け部周りが弱点となり、ひびわれが発生進展する場合がある。 ・底版の変状の兆候は、内空道路面のひびわれ、不陸、段差等の変状として現れる場合がある。 ・底版は直接目視することができないが、変状が疑わしい場合は試掘等により確認できる場合がある。 ・ストラットとフーチングに変状が生じた場合、ラーメン隅角部の変状として兆候が現れる場合がある。 ・継手部のずれや開き、段差が進展すると、そこから土砂や地下水が流入し、上部道路の陥没等を引き起こす恐れがある。 ・地震時等の外力を受けた際に、隣接するプレキャストブロックが干渉し、接合部付近にひびわれや欠け落ち等が生じる場合がある。 ・接合部にずれ等の変状が生じると、土圧等の通常の外力に対しても変状が進み、カルバートの構造安全性に影響を及ぼす場合がある。 ・接合部にずれや開きがある場合には、縦方向連結材が破断している場合がある。 <p>3. 変状の種類と判定にあたって考慮すべき事項の例（30分）</p> <p>○シェッド、大型カルバート等の各変状種類における判定区分Ⅱ～Ⅳについて、技術的助言付録3および付録5に示される事例（写真）を紹介し、部材単位での健全性診断の判定にあたって考慮すべき内容を学ぶ。</p> <p>（シェッドの判定で考慮すべき内容の例）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・腐食は、確認された時点では局所的な変状で耐荷力等への影響は生じていないものの、環境条件によっては腐食速度が大きく異なり、急速に進展する場合もあること。 ・亀裂は、部材によっては主部材が直ちに破断する可能性が高い場合もある他、腐食や落石などに伴う亀裂の場合、変状進行の可能性があり、構造安全性やシェッド機能を著しく損なうおそれがあること。 ・主部材以外の部材が破断している場合、通常の供用状態に対して構造安全性が大きく損なわれていなくても、地震等の大きな外力に対する構造物の性能が低下している可能性があることに注意が必要であること。 	<p>① (P59～113) (P121～147) ③ (P39～80)</p>
---------------------	---	--

<p>講義計画 (4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート埋め込み部や火災時、高力ボルトの破断等は、外観上では確認できない変状が生じている可能性があるため、詳細な状態の把握が必要な事例であること。 ・支承部では、支承本体や取付け部に顕著な変状があると、大規模な地震の作用などに対して所要の性能が発揮されないことで、構造物として深刻な被害に至る場合があること。 ・目地部では、隙間等からの漏水により主部材に局所的な変状を生じさせる他、目地材の落下や寒冷地における冬季の氷柱の落下により利用者被害の発生が懸念されること。 ・頂版上では緩衝材の流出や樹木の繁茂、土砂堆積棟、緩衝効果や耐荷力低下に影響する変状に注意すること。 <p>(大型カルバートの判定で考慮すべき内容の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ひびわれは進行により耐荷力に影響を及ぼす可能性がある他、閉合によりうきに発展し、利用者被害を生じる可能性があること。 ・また、漏水が伴う場合は遊離石灰の発生その他、内部鉄筋の腐食により既に耐荷力に影響を及ぼしている可能性があること。 ・鉄筋の露出や露出鉄筋の腐食はコンクリート片の落下による利用者被害に繋がる他、変状進行による構造安全性への影響が懸念される場合があること。 ・洗堀や不等沈下は構造安全性の低下や利用者被害の観点を踏まえ判定する必要があること。 ・継手部において茶褐色の漏水が確認される場合は、錆汁や土砂流出等が疑われる他、大量の漏水が認められる場合は止水版の破損が疑われ、裏込め土砂流出や吸い出しの懸念があること。 ・吸い出しによる大量の土砂流出は、内空利用への支障や空洞化による変形、不等沈下等による上部道路への影響も懸念されること。 ・内空に設置された附属物は、腐食や変形により取付け状態に異常が生じている場合、落下による利用者被害に繋がる懸念があること。 <p>4. 定期点検記録様式への健全性の診断の記録 (10分)</p> <p>○定期点検記録様式への診断の記録方法について</p> <p>シェッド、大型カルバート等を対象とした定期点検記録様式 1, 2 (【様式】A) への記載例を参考に、診断結果の内最小限記録すべき内容について、様式への記録方法や記載時の留意点を学ぶ。</p> <p>○部材単位での健全性診断の際に、シェッド、シェルター、大型カルバートにおける各部材に割振られる部材番号の振り分け方について、例を用いて学ぶ。</p>	<p>② (P2～6)</p> <p>③ (P81～84)</p> <p>① (P19～29)</p> <p>③ (P85～89)</p>
---------------------	--	---

3.12 今日の課題と最新の損傷例

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「今日の課題と最新の損傷例」についての履修内容を示す。

道路橋定期点検に関する技術者育成プログラム

講義情報			
講義分野	橋梁の劣化損傷に関する課題と事例の情報提供		
講義名	今日的課題と最新の損傷事例	時間	60分
講義概要	道路構造物の管理に係る今日的課題と管内構造物の現状、施策		
講義の到達目標	道路橋の維持管理に有用な道路構造物管理に係る今日的課題と管内の現状、施策を理解する。 ・ 定期点検結果の技術的分析 ・ その他、道路橋の維持管理の参考となる、近年の損傷事例		
講義内容			テキスト等の該当箇所
講義計画 (1)	<p>1. 最近の損傷事例</p> <p>○道路構造物点検の法定化の契機となった笹子トンネル天井板崩落事故について、「トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会報告書(H25.6.28)」から、事故の概要、事故発生要因として、設計に係わる事項、材料・製品に係わる事項、施工に関わる事項、点検方法・点検実施体制に関わる事項について理解し、事故の教訓として次のことを学ぶ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 近接・打音・触診の確実な実施が必要であり、明確な状態の裏付けや、工学的・力学的根拠なしに、方法と頻度を見直すことをしてはならないこと。 ・ 管理する構造物の過去の点検、補修履歴を次回の点検に反映しないと重大事故を見逃す可能性があること。 ・ 現場に残された補修跡などの痕跡を見逃さないこと。 <p>○道路橋や附属物に関する、以下のような損傷事例から、道路構造物の維持管理を行うにあたっての教訓を学ぶ。損傷事例については、過去10年程度以内を中心に、複数の着目点がカバーできるように、国内外の事例を少なくとも20例程度を選定する。</p> <p>(事例の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 鋼製パイルベント橋脚の損傷 ・ 横締めPC鋼棒の破断・突出 ・ PC鋼材埋込部の破断・抜け出し ・ 地覆コンクリートの剥落・落下 ・ 補修補強部のコンクリート部材の落下 ・ 端横桁の腐食 ・ 腐食片の落下 ・ 横断歩道橋の上部工と階段部の接合部の損傷 ・ 連結ボルトの腐食 ・ ケーブル定着部の損傷 ・ 案内標識の落下 ・ 橋梁背面土の流出 		③(P1~)

講義計画 (2)	<ul style="list-style-type: none">・ あと施工アンカーの抜け落ち・ 橋脚梁部のひびわれ・ ゲルバーヒンジ部の損傷・落橋・ 斜張橋の落橋・ 鋼アーチ橋の落橋・ 吊床版橋の落橋・ 火災による損傷	
-------------	--	--

3.13 現地実習

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「現地実習」についての履修内容を示す。

道路橋定期点検に関する技術者育成プログラム

講義情報			
講義分野	実橋を用いた診断の演習		
講義名	現地実習	時間	240分
講義概要	定期点検の現場実習・体験		
使用するテキスト等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路橋定期点検要領 (H31.2 道路局) (以下、「①」) ・ 道路の定期点検に関するテキスト (国総研資料 No. 829) (以下、「②」) ・ 道路橋の定期点検に関する参考資料 (国総研資料 No. 748) ・ 講義用説明資料 (PPT) (以下、「③」) (http://www.nilim.go.jp/lab/ubg/suguni/index.html)		
講義の到達目標	事象の補足あるいは把握（近接目視等）、健全性の診断の記録の取り方、健全性の診断、所見の記載方法を習得する。		
	講義内容	テキスト等の該当箇所	
講義計画 (1)	<p>座学で取得した知識と、所見作成のための技能について、実際の橋の状態を把握した結果に基づき所見を記載する演習を行う。</p> <p>実際の橋梁を題材として、事象の補足あるいは把握（近接目視等）の方法、健全性の診断の記録の取り方、健全性の診断、所見の記載方法について、現場に赴き実地で技能の取得を行う。</p> <p>実習橋梁は、達成度確認試験の実技試験の対象橋梁となる。</p> <p>対象橋梁の選定にあたっての留意事項や、現地実習に向けた準備や実習当日の進め方の詳細については、「道路構造物管理実務者研修〔橋梁初級Ⅰ〕研修実施要領（案）」による。</p>		