

開講期間	配当年	単位数	科目必選区分
3年前期	3	2	選択
担当教員			
西田 孝弘・富永 知徳			
添付ファイル			

講義概要	近年、社会問題となっている土木構造物の老朽化、およびその維持管理方法について理解することを目的とする。対象としては、土木構造で、風雨などの外環境、荷重、あるいは突発的な災害などにより大きな負荷が作用するコンクリートおよび鋼を用いた構造物とする。内容としては、維持管理についての考え方、調査・評価方法、対策方法について学習する。そのとき、生じる損傷の理論的理解のため、腐食や疲労などについての金属工学分野の関連知識も学習範囲に含める。また、長期管理について重要な要素である、コストに関する基本的な考え方についても解説を行う。さらに、これからの社会基盤整備や管理に関わりを常に念頭に置かなければならない環境問題や、SDGs等の新しい価値観についても紹介を行う。最終的には上記の内容を机上で学習するとともに、実際の構造物を視察、観察し、劣化の原因や適切な対策方法について、本科目で得た知識、方法論に基づき取りまとめる。この科目は、土木構造分野の実務経験のある教員が担当する科目である。		
授業計画	第01回	ガイダンス（西田孝弘・富永知徳） 講義の位置づけ：土木工学における学問上の位置づけと、土木工学科カリキュラムにおける位置づけの説明 維持管理工学とは、近年、その損傷や劣化が社会問題となってきた土木構造物の維持管理について、従来の土木材料工学、構造力学やコンクリート工学の分野の範囲を超えた知見、または、それぞれの分野の知見を複合的に使わなければ解決のできない課題についての取り組みを講義するものであり、比較的新しい学問分野であると言える。そのため、土木工学にとって最重要の材料であるコンクリート材料と鋼材、両分野の専門家が連携しながら、社会に出てからの課題に即応できるような知識の枠組みを醸成することを目指している。 ガイダンスにおいては、社会において実際に生じている構造物の損傷事例を紹介しながら、取り扱う課題について説明を行っていく。さらに、最終的に行うグループワークに向けての意識付けを行う。 (AL①、AL②、AL④、AL⑤)	
	第02回	コンクリート材料の劣化（西田孝弘） コンクリート材料について、その主な劣化要因について概説を行う。 (AL①)	
	第03回	鋼材料の劣化（富永知徳） 土木構造物の主要な材料の一つである鋼材について、その主な劣化要因である、疲労と腐食について説明を行う。疲労については、鋼材の破壊の基本的な種類とその定義について説明を行った上で、維持管理で課題になる高サイクル疲労と、耐震で課題となる低サイクル疲労に分けて説明を行う。また、その際は、各種破壊の実サンプルを使っての解説となる。 一方、腐食については、電気化学的な基本の説明を行った上で、実際の現場で問題となるマクロセル腐食、異種金属間腐食、電食などについても説明を行う。 (AL①)	
	第04回	実態調査（グループワーク）（西田孝弘・富永知徳） 準備された文献およびインターネット検索、あるいは実際の構造物の観察を通じて、班ごとに土木構造物の維持管理問題の例を調査、検討を行う、事例ごとの要点をまとめ、それぞれの事例で実際に課題となった項目およびその解決方法について抽出して発表し、討議を行って理解を深める。 (AL①、AL②、AL④、AL⑤)	
	第05回	維持管理の基本（西田孝弘） 土木構造物の維持管理の基本的な流れとしての、「点検」「調査」「評価」「措置」の各段階の位置づけと目的について説明を行う。また、構造物の安全面と費用面の両方を考慮したライフサイクルマネジメントの概念についても説明を行う。このとき、理解を促進するために、実際の損傷に上記の流れで対処した事例について紹介を行い、各段階でどのような検討がなされたかを概説する。 (AL①)	
	第06回	コンクリート構造物の調査技術・原因推定（西田孝弘） コンクリート構造物の調査技術について説明を行う。強度や耐久性についての調査項目について、手法の原理、調査の目的、結果の解釈方法など、可能なものについては実演を見せながら説明を行う。また、コンクリート構造物は、使用材料や外環境などにより、劣化が進行する。それぞれの劣化に関して原因推定の方法と措置の方法について説明する。また、事例を通じて、実際に原因推定の理解を深める。 (AL①、AL②)	
	第07回	コンクリート構造物の補修技術（西田孝弘） コンクリート構造物の補修技術について説明を行う。コンクリート構造物の基本的補修手法について概説するとともに、それらの特徴や課題を整理して説明する。また、補修材料の特徴やLCCの考え方についても説明する。 (AL①、AL②)	
	第08回	維持管理の実際（西田孝弘） 構造物の維持管理の実際について、実務で維持管理を行っている外部講師を招いて講演を行う。 (AL①)	

	第09回 鋼構造物損傷の調査技術（富永知徳） 鋼土木構造物の調査技術について説明を行う。疲労き裂の基本的調査手法である、浸透探傷、磁粉探傷、超音波探傷、放射線透過試験、渦電流探傷について、可能なものについては実演を見せながら説明を行う。また、腐食の調査技術についても紹介を行う。さらに、最近、開発が進められている、レーザースキャナー等の新しい調査技術とその活用事例などについても解説する。 (AL①) 第10回 鋼構造物損傷の補修技術（富永知徳） 鋼土木構造物の補修技術について説明を行う。鋼構造の基本的補修手法であるボルト当て板工法について、疲労、腐食それぞれの事例を、その設計の考え方、および、施工時の留意点について説明を行う。また、疲労補修の一番簡単な例であるストップホール工法についても、事例を通じて、その使い方を解説する。さらに、カーボンファイバー等の最新の補修技術についても紹介を行う。 (AL①) 第11回 鋼構造物損傷の原因推定と措置（富永知徳） 鋼土木構造物の維持管理事例について説明を行う。損傷を受けた鋼構造物の実例について、その点検／調査から措置に至るまでの流れについて説明を行う。点検、調査、評価、措置の各段階でどのような検討と課題解決がなされたかの紹介を通じて、構造物維持管理への理解を深める。特に、評価における原因推定については、その基本的な手法について重点をおいて説明を行う。 (AL①) 第12回 環境問題やSDGsなどの新しい価値観（富永知徳） 土木構造物の維持管理についても、現代社会の新しい価値観である環境問題は大きな影響を与えている。それら価値観の説明、および、その影響について解説を行う。その中では、国際的なアイコンとなっているSDGsについても、説明を行い、社会で実際に取り組みが行われている事例についても紹介を行う。 (AL①) 第13回 フィールドワークによる実態調査 その1（グループワーク）（西田孝弘・富永知徳） 損傷を受けた土木構造物について観測活動を行う。実際に損傷を受けた構造物の調査を行い、その損傷状況について記録を採取する。その後、仮想的に与えられた、その構造物が使われる条件に基づいて評価を行い、取るべき措置を提案する。 (AL①、AL②、AL④、AL⑤) 第14回 フィールドワークによる実態調査 その2（グループワーク）（西田孝弘・富永知徳） 損傷を受けた土木構造物について観測活動を行う。実際に損傷を受けた構造物の調査を行い、その損傷状況について記録を採取する。その後、仮想的に与えられた、その構造物が使われる条件に基づいて評価を行い、取るべき措置を提案する。 (AL①、AL②、AL④、AL⑤) 第15回 調査報告（西田孝弘・富永知徳） フィールドワークによる調査結果、評価および措置の提案について、班ごとに発表を行い、教員二人および外部審査員による評価および順位付けを行う。この順位は、成績評定の一部となる。 (AL①、AL②、AL④、AL⑤)
授業形態	講義と、机上のグループワーク、現場視察およびフィールドでの観測活動がある。 アクティブラーニング：①15回、②7回、④5回、⑤5回
達成目標	1) 土木構造物維持管理の基礎を理解する。 2) コンクリート構造物および鋼構造物について、劣化の原因を理解する。 3) 基本的な調査方法や原因推定、対策方法の提案ができるようになる。 4) 実際の業務において、材料や工法の良否、措置に対する発注業務ができるレベルの知識を習得する。
評価方法・フィードバック	出席点とともに実態調査の発表時に教員による評価を行う。また、レポートやフィールドワーク時の取り組み態度なども評価の対象となる。 調査報告：40点、レポート：60点 原則として、レポート等のフィードバックは次回以降の授業内で実施する。
評価基準	秀(90点以上)、優(89～80点)、良(79～70点)、可(69～60点)、不可(59点以下)
教科書・参考書	参考書 日本コンクリート工学会編、コンクリートのひびわれ調査、補修、補強指針
履修条件	「建設材料工学」、「コンクリート構造」、「構造力学」などの関連科目の履修が望ましい
履修上の注意	・出席のみならず、自らが問題発見をする能力を養う授業であるため、フィールドワークなど、積極的に参加すること。
準備学習と課題の内容	・授業で取り扱った構造物の劣化・維持管理について、身の回りにある構造物を観察することを心掛ける。 (毎回、予習復習それぞれ1.5時間程度)
ディプロマポリシーとの関連割合(必須)	知識・理解:20%, 思考・判断:20%, 関心・意欲:20%, 態度:20%, 技能・表現:20%
DP1 知識・理解	
DP2 思考判断	
DP3 関心意欲	
DP4 態度	
DP5 技能・表現	