HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	海洋コンクリート構造物の予防保全型維持管理基準の構築に関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	長谷，一矢
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14445号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/81255
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Kazuya_Hase_abstract.pdf，論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学　位　論　文　内　容　の　要　旨

博士の専攻分野の名称　　博士（工学）　　氏名　長谷 一矢

学　位　論　文　題　名

海洋コンクリート構造物の予防保全型維持管理基準の構築に関する研究

(Establishment of preventive maintenance procedures and criteria of marine concrete structures)

社会基盤構造物 (インフラ) は我々の生活を支える重要な役割を担っているが, 高度成長期以降に建設された多くのインフラが老朽化の問題に直面している. 例えば, 全国に約 5 千ある港湾の係留施設では, 建設後 50 年を経過する施設数の割合が 2018 年 3 月時点で 17% であったものが, 2033 年 3 月時点では 58% になると予想されている. また, 約 72 万の道路橋については, 2019 年 3 月時点で 27% であったものが, 2029 年 3 月には 52% へと急増すると予想されており, 様々なインフラの老朽化が急速に進展している. 今後インフラの維持管理に費やされる予算は増加の一途を辿ると予想されるが, 既に成熟期にある日本において, 公共事業に投じられる予算が今後伸びていくとは考えづらく, 現状のインフラの水準を維持しつつ新たなインフラ整備を展開するためにも, 効率的な維持管理によるライフサイクルコストの縮減が不可欠である. また, インフラを担う人材の不足も深刻な問題となっており, 国土交通省の推計によると, 2023 年度には 21 万人の人材不足が生じると予想されている. この人材不足を埋める方法として最も期待されているのが, 年 1% の生産性向上による人材削減効果である. このことからも, 効率的な維持管理による生産性の向上が, 我々のインフラを健全に維持していくために極めて重要であることがうかがえる.

インフラの維持管理については, 構造物の劣化が顕在化してから措置を行う事後保全型の維持管理から, 劣化が軽微なうちに措置を行う予防保全型の維持管理への移行が進められている. 港湾施設の維持管理については, 2007 年の港湾の施設の技術上の基準の改定の際に予防保全型維持管理の概念が示され, これが予防保全型維持管理への移行の大きな転換点であったと考えられる. 予防保全型維持管理は, 長期的な視点で見たときに, 効率的で維持管理コストを低く抑えられる可能性が高いことによる.

しかし, 予防保全型維持管理の概念が広く理解されるようになった一方で, 「いつ」, 「どの範囲を」, 「どうやって」補修するのかを具体的に決定するための確たる手法は未だ定まっていない. この課題を解決するためには, 現状の施設の状態のみならず, 今後の劣化の進行とそれに伴う性能低下の予測, またそれに対応した合理的な予防保全のための補修方法の設定が必要であり, 施設の要求性能や現地条件等を考慮して施設毎の予防保全型管理基準を設ける必要がある. そのためには, これまで蓄積されてきた点検診断技術, 劣化予測技術, 補修技術の要素技術を結びつけ, この課題の最適解を導き出さなければならないが, これは決して容易なことではない. 特に海洋環境にあるコンクリート構造物は, 厳しい劣化環境に置かれるほか点検に制約を受けることなどから, 予防保全型管理基準を構築することが急務となっている.

以上をふまえ, 本研究は, 海洋コンクリート構造物の予防保全型管理基準を構築することを目的とする. 本論文は, 全 6 章から構成されている.

第 1 章では, 研究背景, コンクリート構造物の劣化および性能低下の現状, 維持管理に関する技術基準類と既往の研究について整理したうえで, 研究の位置付けと目的および論文の構成を述べて

いる.

第 2 章では, 本論文で提案する予防保全型維持管理のための手法について述べている. 予防保全型維持管理では, いつ, どの範囲を, どうやって補修するのかを具体的に決定しなければならないが, そのために劣化度マップという考え方を新たに導入している. 劣化度マップとは, 構造物を適切に細分化してエリアを設定し, そのエリア単位で現状の部材性能, 将来の部材性能, 必要十分な補修方法を紐付けて管理し, 施設全体としてのライフサイクルコストを最適に維持する手法である. 本章では, 予防保全型維持管理手法の核を成す劣化度マップの概念と役割, 劣化度マップを作成するために必要な点検診断範囲の細分化, 要求性能を考慮した変状に基づく劣化度分類について, その基本的な考え方を述べている.

第 3 章では, 提案した予防保全型維持管理手法について, 実際の鉄筋コンクリート構造物の補修計画の立案過程をとおして詳細に説明するとともに, その有効性について考察している. 対象とした構造物は, 土木遺産・北海道遺産である稚内港北防波堤ドームであり, 第 2 章で述べた予防保全型維持管理手法で検討された補修計画に基づき, 現在補修工事が進められている. 本章で示す詳細な検討過程は, 他の鉄筋コンクリート構造物における予防保全型維持管理にも有用な知見を提供している.

第 4 章では, 予防保全型維持管理手法を防波堤等の無筋コンクリート構造物へ適用するための検討を行っている. 無筋コンクリート構造物に予防保全型維持管理の考え方を適用するためには, 無筋コンクリート構造物の性能評価が必要となる. 鉄筋コンクリート構造物の場合は, 鉄筋の腐食を核とした部材耐力の低下を性能の低下の一つとして評価できるが, 無筋コンクリート構造物の場合は, 部材耐力を設計で定めていないため, 鉄筋コンクリート構造物とは異なる考え方で劣化度マップを設定することが必要となる. そこで, 特徴的な劣化現象である損耗によって構造物の安定性が低下することに着目して, これを指標化して性能評価を試みている. そのことで, 第 2 章で提案した劣化度マップの作成が可能となり, 鉄筋コンクリート構造物と同様に, 予防保全型維持管理が可能になる.

第 5 章では, 第 4 章で着目した無筋コンクリート構造物の損耗劣化の進行ついて実験を行い, 予測手法を検討している. 第 2 章で述べたとおり, 劣化度マップの中で部材の性能の将来予測を紐付けており, 無筋コンクリート構造物における損耗劣化の将来予測の精度を向上させることは, 予防保全型維持管理の合理化を行う上で非常に重要である. 損耗劣化には様々な要因が考えられるが, 本章では, 寒冷沿岸域の中で最も過酷な環境である氷海域に着目し, 凍害と海氷摩耗の複合作用による損耗劣化を対象としている.

第 6 章では, 各章で明らかとなった事項をとりまとめて本研究の総括を行うとともに, 今後の課題について述べている.