維持管理特別講演会　講演概要

港空研は、平成 26 年 8 月 22 日(金)に福手勤東洋大学教授、横田弘北海道大学大学院教授をお招きして維持管理特別講演会を開催しました。

約 80 名の参加者は講演に熱心に耳を傾け、維持管理への関心の高さがうかがえました。

〇日時：平成26年8月22日（金）14：30～17：15

〇場所：港空研１階大会議室

〇主催：独立行政法人　港湾空港技術研究所

〇プログラム

14:30～14:35　開会挨拶

ＬＣＭ支援センター長 福田 功

14:35～15:05　報告：ＬＣＭ支援センターの活動報告

ＬＣＭ支援センター副センター長 山路 徹

15:05～16:05　講演：空港施設等の維持管理の課題、今後の研究開発に向けて

講師：福手 勤 先生

東洋大学教授

「空港内の施設の維持管理等にかかる検討委員会」座長

16:05～16:10　休憩

16:10～17:10　講演：港湾・海岸施設等の維持管理の課題と今後の研究開発の方向性

講師：横田 弘 先生

北海道大学大学院教授

「港湾施設の点検診断及び補修等対策技術に関する総合検討会」委員長

「海岸保全施設維持管理マニュアル改訂調査委員会」委員長

17:10～17:15　閉会挨拶

福田センター長　開会挨拶

　まだまだ厳しい日差しの中、たくさんの方にお集まりいただきまして、誠にありがとうございます。
国交省本省からも 10 人を超える方が来られているということで、久里浜の講演会では珍しいことではないかなと思っています。
福手先生、横田先生にはお忙しいところ、講師を引き受けていただきまして、感謝申し上げます。
　一昨年の 10 月に笹子トンネルの事故がありました。
それから各インフラ分野で法令や技術基準の改定など様々な取り組みがなされているところですが、港湾・空港の分野においては、福手先生・横田先生が常に議論の中心におられる。
お二人にお越しいただいてお話していただくことは、一番エキスの部分がまとまって聞けるというところが今日の企画の趣旨となっています。
　私ども港空研でも、昨年 4 月から従来あった組織を改組し、ライフサイクルマネジメント支援センターという組織を作って、いろいろ活動を行っています。
国総研でも維持管理の体制を整えているところです。
今日はそのメンバーも参加しているので、意見交換等できればいろいろ見えてくることもあるだろうと思っています。
　私自身ＬＣＭ支援センターの長を務めていますが、研究所だけでなく全体を見てみると、活動はなかなか難しく、笛吹けども踊らずといったところを感じています。
他分野ですが、道路では笹子トンネルのような事故は二度と起こさない、そのために、国道だけでなく県道、市町村道まで含めて、どういう予算体系でやるか、どういう体制でやるか、国からどんな支援ができるかという検討、あるいは、今使えそうな民間技術を全て確認して評価をするといったことがされて、着実に進んでいるような感じがします。
港湾・空港はインフラの性格も違うので同じようには行かないが、これから工夫すべきところもあると思っています。
　今日は福手先生、横田先生のお話を聞いて、次にＬＣＭ支援センターとして、一手・二手どう進めるか考えたいと思っているところです。
　簡単でございますけども、冒頭の挨拶とさせていただきます。

山路副センター長　講演概要

講演タイトル「ライフサイクルマネジメント(LCM)支援センター活動報告」

港空研は平成 17 年にライフサイクルマネジメント研究センターを設立しました。

研究センター設立時のセンター長は、本日ご講演いただく横田先生でした。

平成 17 年から 24 年度までＬＣＭ研究センターとして、情報提供、技術的支援等を実施してきました。

この間の取り組みで、いくつかの課題が明らかになりました。

・所内の連携強化・分野拡充による研究・技術開発

・所外との連携強化による技術開発・情報共有

・技術者の育成支援

・維持管理技術に関する最新情報の収集・発信

これらの課題に対応するには、維持管理を支援する体制の拡充が必要との判断に至りました。

課題を解決するため、現場との連携を強化した技術支援を行うことを目的として、平成 25 年 4 月 1 日に「ライフサイクルマネジメント支援センター」に改組・拡充しました。

大きな取り組みとして、(1)現場への技術支援、(2)現場と連携した技術課題の解決、(3)研究開発の推進を実施しています。

(1)現場への技術支援では、現場からの相談窓口の設置を設置し、地方整備局の外、港湾管理者および民間企業等からの技術的な相談の受付、維持管理の問合せ事例の掲載等を行っています。

(2)現場と連携した技術課題の解決では、「点検技術等に関する検討ＷＧ」に参画し、本省港湾局、国総研、地方整備局等と連携して、「空洞化探査技術」、「補修工法および防食工法追跡調査」に取り組んでいます。

(3)研究開発の推進では、点検診断技術の高度化として「遠隔操作無人探査装置(ROV)を活用した桟橋上部工の健全度評価手法の検討」、保有性能評価技術の確立として「維持管理の高度化・省力化を考慮した構造設計手法の高度化」、補修・補強および長寿命化技術の高度化として「海洋鋼構造物の補修および防食技術の高度化」等を実施しています。

ＬＣＭ支援センターでは、現場への支援、現場との連携を念頭に置いて研究開発を進めています。

現場でお困りのことがありましたらお問い合わせ下さい。

東洋大学　福手教授　講演概要

講演タイトル「空港施設等の維持管理の課題、今後の研究開発に向けて」

１．インフラ管理への国の取り組み

笹子トンネル事故以降の行政の動き

インフラ長寿命化基本計画(2013 年 11 月)の策定

長寿命化基本計画を受けた 2020 年までの行動計画（国交省）

公共施設等総合管理計画の策定要請（総務省）など

公共施設等総合管理計画の策定要請では、人口が減る中での財源確保など、今までなかった項目が盛り込まれました。

空港に関する動き

・H25 年 3 月に緊急レビュー（空港施設の計画的な維持管理・更新、点検の基準等の見直し）が出され、H25 年 9 月までに全ての空港で総点検が実施されました。

・空港土木施設管理規定を見直し、空港内の施設の維持管理指針（H25.9 制定、H26.4 改定）を制定し、全国一律だった点検頻度を個別に設定、空港毎に 30 年間の維持管理・更新計画が策定することとされました。

今年度の社会資本メンテナンス戦略小委員会で民間資格の有効利用、社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会でモニタリング技術の公募等が議論されています。

資格分野の分類は３つあります。

①分野別型：施設分野の分類が存在する（海洋・港湾構造物維持管理士など）

②材料型：特定の材料のメンテナンスに特化した（コンクリート診断士など）

③特定技術型：メンテナンスにおける特定技術に特化

国交省が維持管理業務に反映しようとしているのは①と②のようです。

モニタリング技術に備わるべき要件を以下に示します。

・トータルコストの縮減・平準化の達成に見合ったコストで実現できること

・劣化損傷等の把握すべき事象に見合った制度・信頼性を有すること

・劣化メカニズム等の技術的な知見レベルに整合していること
・供用中の様々な環境下において性能を維持できること
・社会インフラの寿命や点検サイクル等に見合った期間、性能を維持できること
・大量の計測データ等を効率的に収集・処理・分析し、維持管理に活用できること
・建設・供用開始後でも設置・データ取得が可能であること

２．空港分野の特徴

「整備」の時代から「運営」の時代へ。他のインフラとの数量の違いですが、港湾 935 港、橋約 70 万橋、トンネル約 1 万本、下水道延長 45 万 km、処理施設約 2,200 箇所に比べ、空港 97 空港と少なく、空港毎にきめ細やかな管理が可能です。

空港施設の維持管理の特徴
①管理する施設が広大
　羽田空港の陸上部維持管理の総面積約 15.2km^2、中野区の面積 15.59km^{2}に相当
　羽田空港の基本施設の舗装面積約 4.3km^{2}を 2 車線道路に換算すると約 780km に相当
②精度の高い維持管理が必要
　滑走路は航空機が時速 300km 以上で高速走行するため、維持管理の状況が航空機運航の安全に直結
　施設損傷等により空港機能が停止した際には社会的影響が大きい
③維持管理を実施する上での時間的制約
　巡回点検、修繕・改良工事は、運航時間外の夜間の限られた時間帯に限定
　羽田空港での夜間施工の実質的作業時間は 4 時間程度

空港分野で講じるべき施策
①本格的なＰＤＣＡサイクルへの移行
　ＰＤＣＡサイクルをチェックする上位のＰＤＣＡサイクルを構築
②計画的な維持管理・更新
　整備主体と維持管理主体で情報の共有
③点検基準などの見直し
　空港の特性を踏まえた評価基準の見直し、ＰＤＣＡサイクルを維持管理計画書に明示
④技術開発の推進
　施工時間短縮の技術開発の推進
⑤運用面での対応
　空港事務所運用担当と維持管理に関する時間の確保について十分な協議
⑥情報整備及び発信の推進
　維持管理にかかる情報整備の方向のＰＲ
⑦職員の技術力の向上
　技術伝承、マニュアルの整備、研修体制の改善
⑧地方公共団体への支援
　維持管理にかかる地方航空局における支援窓口を設置する

３．他分野の取組も参考に

・「道路メンテナンス会議」を国交省道路局が自治体毎に設置
　国、市町村等自治体、高速道路がメンバーで、地方公共団体における三つの課題（人不足、技術力不足、予算不足）に対しての情報交換、意見交換などの取組を実施

・「モニタリングシステム技術研究組合」を土木研究所＋ＮＥＸＣＯで設立
　組合の構成メンバーを募集中

４．まとめと課題

「メンテナンス元年」の危うさ

・急激なメンテナンス業務の増加
・人手不足、未熟な技術者
・見残し、判断ミスの危険性
・新設との違い・・・「順解析」ではなく「逆解析」
・高度な知識が必要・・・どこが「要石」か？
・ニーズとシーズのミスマッチ

※高度成長期の大量急速施工・品質管理不足の再現？

　メンテナンスはこれまでも重要と言われていましたが、この１年半で急激に注目を浴びるようになりました。多くのお金がついていますが、何でもかんでもやれば良いというわけではありません。
昔から取り組まれていたが、なかなか進まない研究に今お金をかければそれが急に進むわけではありません。出来ること出来ないこと、優先順位の見極めが重要です。
　やるべきことはやらなければならないが、技術のレベルがそこまで達していない分野があることも認識するべきです。物を作ることは基準通りやれば良いですが、維持管理は今あるものから遡らなければならない難しさがあります。数学に例えると順解析ではなく逆解析になります。
　人材育成は港空研と国総研の大きなミッションです。
　モニタリング技術の開発にこれから大きなお金がつきますが、現場で使える技術でなければなりません。ニーズとシーズを照らし合わせて行くことが重要です。

北海道大学　横田教授　講演概要

講演タイトル「港湾・海岸施設等の維持管理の課題と今後の研究開発の方向性」

１．港湾・海岸コンクリート構造物の劣化

横須賀の米軍基地内に横須賀製鉄所のドライドックがあります。江戸時代末期に作られたもので、日本国内最初の大型コンクリート構造物と言われています。

ドライドック建設から始まった日本のコンクリートの歴史は 140 年程度というところで、その中でコンクリートの維持管理の議論をするには、もう少し時間と経験が必要かもしれません。

最近維持管理がブーム

？老朽化＝劣化

老朽化と劣化は同じか

50 年で老朽化というのは短絡的なマスコミの論調

？耐用年数＝50 年

耐用年数が 50 年ではなく、設計供用年数が 50 年

耐用年数 50 年経ったので老朽化が起きているという新聞の見出しが気になる

？長寿命化計画＝性能確保のための計画

国交省で長寿命化計画を策定しているが、性能確保のための計画でなければならない

？トータルコスト＝ライフサイクルコスト

ライフサイクルコストをトータルコストと言い換えるのは何故か

２．ライフサイクルマネジメント

現在は第二世代のライフサイクルマネジメント

ライフサイクルマネジメントは本来、施設が生まれてから死ぬまでを管理することであり、設計と施工と維持管理をどう繋いでいくかを考えることになります。

出来上がった構造物の維持管理計画書を単に直して長寿命化というのは、設計のことを何も反映していません。

寿命を長くするのであれば、設計段階からそのことを考慮し、維持管理でそれを実現していくことが必要です。

設計・施工・維持管理のリンクを気にしているところなので、次の技術基準の改定に際しては、設計・施工・維持管理の流れを明確に書いていただきたいと思っています。

これからもう少し先のライフサイクルマネジメントは第三世代

単独の構造物から構造物群のマネジメントへ

ＬＣＭ研究センターを作って研究を進め、10 年くらいを経て劣化損傷の診断からＬＣＣ最適化、予防保全に移行してきました。今後は単体の構造物だけでなく、たくさんの構造物群をどのように管理していくのが最適なのか、検討が必要です。

３．港湾・海洋構造物の点検・診断と性能評価

設計・施工・維持管理をどう連係させていくか考えるとき、技術基準の体系が性能規定であることから、これらの各段階で性能をどのように扱っていくかを考えることが必要です。しかし、維持管理で性能照査を正確に行うのは、現状では難しいと言わざるをえません。

設計に求められるのは理論、理想、Fiction、予定、創造力ですが、維持管理に求められるのは実際、現実、Realism、結果、推理力（想像力）です。維持管理は、部分的な事象から全体を如何に想像するかが非常に大事です。

港空研と国総研で協力して、このような推理力を十分に持った港湾の維持管理のエキスパートを育成するプログラムがあっていいと思います。

４．維持管理マニュアルの限界

昨年度に作成した「港湾の施設の点検診断ガイドライン」、「海岸保全施設維持管理マニュアル」は、いずれも、より簡便に、誰でも出来ることを目指して作りました。

設計マニュアルと維持管理マニュアル

設計マニュアル

・未知の状態を想定した仮想の構造物を対象としている（フィクションの積み上げ）

・そのとおりにしていけば、構造物がひととおり設計あるいは照査できる

維持管理マニュアル

・既に現実がある実構造物を対象としている

・共通的な最小限のことしか書かれていない（書くことができない）

・技術者の知識、経験、推理力（想像力）が必要となる

点検・調査の方法

目視点検・調査

・簡便で費用がかからない

・可能範囲のほぼ全ての部位を点検・調査できる

・実施者の主観に左右される、ばらつく

・損傷と性能との関係が必ずしも明確でない

機器等を用いた点検・調査

・客観的、数値的なデータを取得できる

・コストがかかる

・結果の解析・解釈にはその専門家が必要である

・点（部分）の情報で全体を推測する必要がある

今回のマニュアルでは、機器等を用いた点検・調査はコストが高く解釈も難しいことから、目視点検で出来るだけ多くのことを考えてもらうようにしています。

損傷・劣化診断から保有性能診断へ

損傷劣化診断：表面上の損傷を診断

保有性能診断：施設が有する機能・性能を診断、どのように性能の維持・向上を図るか

性能にばらつきが生じる原因

1)劣化度判定基準が不十分

・性能に関係する全ての変状が対象となっていない（マニュアルの限界）

・鉄筋の腐食が常に表面の変状として現れるわけでない

2)変状が生じている場所（局所化）

・断面力の大きな個所と変状の発生個所が一致した場合とそうでない場合

・一様な変状と局所的な変状

・鉄筋の定着、付着に与える影響

3)点検者の技量

・主観的評価

・ぶれ

５．予防保全と事後保全

予防保全の定義がいろんなところで違う。構造物ごとに、予防保全の定義をきちんと定めて維持管理計画を立案する必要がある。

・コンクリート標準示方書（維持管理編）　2013 年

構造物に劣化を発生あるいは顕在化させない、もしくは、性能低下を生じさせないための予防保全的処置を計画的に実施する維持管理

・港湾の施設の維持管理技術マニュアル　2007 年

損傷劣化が軽微な段階で、小規模な対策を頻繁に行うことにより、供用期間中に要求性能が満たされなくなる状態に至らないように性能の低下を予防する

・海岸保全施設維持管理マニュアル　2014 年

海岸保全施設を構成する部位・部材の性能低下を進展させないことを目的として、所定の防護機能が確保出来なくなる前に修繕等を実施する行為

６．意思決定のための指標（サステナビリティ指標）

サステナビリティの観点からの意思決定

設計→施工→供用・維持→廃棄の全ライフサイクルにおいて、本来サステナビリティ（環境・社会・経済側面）の全ての観点から合理的な意思決定の手段を構築すべきです。

ただし、

・環境側面（ＣＯ２排出量などの温暖化への影響）

・社会側面（人間や社会の健全性に及ぼす影響）

・経済側面（ライフサイクルコスト）

の３要素の重み付けをどうするか、などが課題です。

予算制約があるとライフサイクルコストは増える

・潤沢な財政でなければＬＣＣの最小化は難しい

・順位付けをうまくやることで、ＬＣＣを低減する試みはできる

７．今後の課題とまとめ

今後の課題と期待すべきこと

特に港空研と国総研には人材の育成に取り組んでいただきたい。

・港湾構造物のＬＣＭ（特に Service life design）の枠組み

・点検結果に基づく性能評価の方法

・点検診断結果を基に行うシナリオ修正の方法

・港湾構造物に適する評価指標の設定

・Risk Based Maintenance の枠組み

・Life end の見極め

・人材の育成　港湾・海岸構造物診断エキスパート

・地に足をつけた研究

まとめ

■維持管理は仮想的な設計とは異なり現実的な事象

・制度や技術の確立、実装、展開等やるべきことは多い

・マニュアルに頼らない技術者の想像力が重要である

■診断すべきは施設の機能あるいは性能

・変状が性能に与える影響を意識する

・高度な機器を用いなくても性能が推定できる可能性もある

■今後のキーワードはサステナビリティ

・ライフサイクルコストの限界を知る

・意思決定のヒントとなるべき指標を見つける

■維持管理の効率化と合理化

・正しい予防保全の認識を持つ

・予防保全のための維持管理限界をよく考えて設定する

・予防保全は「小規模」で「継続的」な取り組み

・管理者、地場の業者、住民が協働し合う体制が理想

閉会挨拶　山﨑副センター長

以上で維持管理特別講演会を終了いたします。

最後にご講演をいただいた福手先生、横田先生に感謝の気持ちを込めて拍手を送り終了したいと思います。ありがとうございました。