

# 「鋼構造物の長寿命化技術」に関する講習会

日時：平成 28 年 6 月 22 日

場所：土木学会（東京）

土木学会 鋼構造委員会

構造物の長寿命化技術に関する検討小委員会

# 鋼構造物の長寿命化技術

平成 28 年 6 月

土木学会 鋼構造委員会

構造物の長寿命化技術に関する検討小委員会

## はじめに

我が国は、1964年（昭和39年）に開催された東京オリンピックを契機に高度経済成長期にかけて橋梁など道路施設、港湾施設等の社会基盤施設を集中的に整備してきました。これら一時期に集中して整備した社会基盤施設多くは、急速に高齢化が進み、高齢化が原因と考えられる事故が多発する状況となってきています。2014年の国土交通白書によると、2033年には建設後50年を経過する高齢化施設の割合が道路橋の約67%、トンネルの約50%、河川管理施設（水門等）の約64%、港湾岸壁の約58%になるとしています。また我々が生活する社会は急速に少子高齢化が進み、税収の増加は見込めず、限りある財源を社会基盤施設の整備に投ずることが困難な状況となると予測されています。さらに、地球環境の保全が叫ばれている昨今、限りある地球の資源を有効活用するために、建設中心の消費型社会から維持・保全を主とする循環型社会への転換が急務と言われています。これまでは需要と供給の関係から、不足する種々の社会基盤施設を新たに造ったり、改良することを国民も認めてきましたが、少子高齢化社会の到来から、今後は、社会基盤施設に対する投資を減らす施策転換を要望する意見がますます強くなると考えられます。このように社会基盤施設への投資が抑制される状況下において、既存の施設寿命を可能な限り延ばし、寿命を延ばすことが困難となった施設を対象に、更新するか廃棄するかを選択する厳しい時代となると思われます。そのために必要なことは、供用している既存施設の状態を正しく調べる点検の方法や対象施設の保有性能や耐久性能（寿命）を的確に判断するために必要な技術の確立及び、費用対効果の優れた補修・補強、長寿命対策技術の開発などがあげられます。

このように大きく移り変わる社会基盤施設整備の現状を踏まえ、国内においては道路施設、上・下水道施設、港湾施設などの“安全・安心”を確保する種々な施策が展開されていますが、未だそれら施策の効果が明確となる状況とはなっていません。

本小委員会は、先に示した社会基盤施設が抱える喫緊の課題を解決するために鋼構造委員会の小委員会として設立されました。本小委員会が取り組んできたことは、供用している種々の社会基盤施設に必要な「長寿命化」の趣旨を明らかにし、「長寿命化」対策の実施に必要な不可欠で重要な点検の方法と診断技術を詳細に示し、発生する損傷がどのように進行するか点検・診断結果を基に工学的に予測する「劣化予測法」を提案することが第一です。次に、対策対象施設の現状と劣化速度に合わせた対策工法を、現在ある種々の対策法から適切に選定する方法を提案することが第二です。第三には、選定された対策が十分な効果を示すように対象施設別のオーダーメイド設計方法及び施工方法について、具体的な事例を引用して分かり易く解説し、提言することです。本小委員会は、点検・調査をター

ゲットとする WG1, 診断・劣化予測をターゲットとする WG2, 長寿命化対策をターゲットとする WG3 で構成し, 産官学の異なった立場や考え方を基に, 課題解決に向けて議論を戦わせ, 検討を行ってきました。

本小委員会で議論された中に「維持管理の時代」に必要なことは何かがあります。国内は、「維持管理の時代」言われてかなりの期間を経過していますが, 未だ的を得た方策を見出すことが出来ない状況下にあると言わざるを得ません。事実を物語る事象として, 平成 19 年度以降, 各管理者が「長寿命化修繕計画策定事業」等を進めていたにも関わらず, 中央道・笹子トンネル天井板落下事故がなぜ発生したかです。事故原因を分析した資料にも点検の重要性が示されています。点検を行うことは当然必要ですし, 正しく行われた点検結果を基に優れた専門技術者が診断を行えば誤診とはなりません。しかし, これまで行われた点検結果を分析すると, 施設の状態を正しく調べ, 健全度(損傷度)を的確に診断しているのかという点に関して大きな疑問が残る結果が委員会を進める中で明らかとなったことです。そこで, 本小委員会として維持管理の『要』となる点検, 人が対象物を見て判断する目視外観調査について, 現在の道路橋を対象に行っている定期点検を対象に分析を行っています。道路橋の点検は, 国内外とも目視外観調査が基本となっています。国内で行われていた道路橋の定期点検は, 対象施設を離れたところから調べる遠望目視と損傷の状況を詳細に把握できるまで近づいて行う近接目視があり, 数多くの道路橋は遠望目視を主体とした定期点検を行っていました。本小委員会の分析では, 2 種類の目視外観調査, 健全性の診断が抱えている問題点は何処にあるのかを数値を持って示すことにあります。また, 分析を行う資料が偏った対象とならないために, 国内の標準となる地域・箇所を選択することが必要としています。そこで, 凍結防止剤を大量に散布し寒冷地である地域や, 飛来塩分が多く湿度の高い地域を避けた国内の標準となる地域を太平洋側と日本海側から 2 か所選択するとともに, 道路財源の不足が維持管理不足に繋がる市町村を対象として行っています。また, 現地調査箇所数は, 誤差議論を生むことが無いようにすること, 短期間で調査を完了すること, から調査箇所を 100 箇所以上として道路橋の専門技術者である本小委員会の委員を中心として行っています。実点検の問題点を洗い出す調査・分析結果は, 一日も早く国内の点検方法が正しく行われるよう, 本小委員会の全体成果取りまとめ時期まで待つことを避け, 点検・診断分析が完了した時点で広く外部に公表しています。ここに示した成果としては, 直ぐに国内の維持管理の改善に機能し, 定期点検を 5 年に 1 度の頻度で近接目視調査法によって行うことを法制度化したことや, 点検・診断を正しく行える技術者を選別する国による民間資格認定の仕組みづくり等に役立っています。これは, 学会としての公平・公正な立場による課題の抽出, 定量的な分析, 望ましい技術に向けた提言が実ったものと言えます。

今回ここに取りまとめた本報告書には, 今まで曖昧であった「長寿命化」の定義づけか

ら始まり、「点検・調査」では、先に示した道路橋の点検・診断に関する調査、分析結果のほか、モニタリングについては、現在、使用している「東京ゲートブリッジ」の実例を基に、モニタリングの目的と適用限界、抱えている課題などを具体的に説明しています。

「診断、劣化予測」では、鋼構造物の代表的な変状である腐食とき裂を対象に、種々のマネジメントに必要な最適な対策時期決定に使用する劣化予測について有益となる情報を提供するとともに、致命傷となる損傷の早期発見、診断、対策実施に繋がる流れと基本的な考え方を整理、説明しています。次に本小委員会設立の目的でもあった「長寿命化」対策の選定については、新たな考え方としてリスクマネジメント手法を導入し、対策を「回避」、「軽減」、「転嫁」、「受容」に分類し、コスト、改善効果、効果の持続性などを考慮した工法選定や具体的な対策事例も示してあります。

以上が、本小委員会の成果及び報告書の概要となります。社会基盤施設の急速な高齢化と安全・安心の確保が喫緊の課題となっている今、供用している既存の社会基盤施設が一日でも長く、そして安心して使い続けられるよう、本小委員会の成果が鋼構造物に携わる技術者だけでなく、種々な社会基盤施設に関係する多くの技術者に役立ち、実務に種々な面で機能することを期待するところです。

最後に、点検・診断の実態調査に多大なご理解とご協力いただいた浜松市、富山市の職員の方々、3年間の長きにわたり、本小委員会活動に精力的にご支援ご協力いただきました多くの関係各位の皆様には心より御礼申し上げますとともに今後のご活躍、ご発展を祈願いたします。

2016年6月

土木学会 鋼構造委員会  
構造物の長寿命化技術に関する検討小委員会  
委員長 高木 千太郎

土木学会 鋼構造委員会  
構造物の長寿命化技術に関する検討小委員会 委員構成

委員長 高木 千太郎（一般財団法人 首都高速道路技術センター）  
副委員長 野上 邦栄（首都大学東京）  
幹事長 山口 恒太（パシフィックコンサルタンツ株式会社）  
幹事 玉田 和也（舞鶴高等専門学校）  
〃 全 邦釘（愛媛大学）  
〃 重松 勝司（神奈川県）  
連絡幹事 伊藤 裕一（東海旅客鉄道株式会社）

委員

芦塚 憲一郎（西日本高速道路株式会社）  
阿部 雅人（株式会社 ビーエムシー）  
有井 賢次（株式会社 長大）  
稲田 裕（清水建設株式会社）  
岩崎 初美（株式会社 I H I インフラ建設）  
宇都宮 光治（阪神高速技術株式会社）  
小郷 政弘（株式会社 構造総研）  
大塚 洋（防食溶射協同組合）  
柿沼 努（横河工事株式会社）  
菅野 通孝（川田工業株式会社）  
木ノ本 剛（首都高速道路株式会社）  
竹渕 敏郎（MKエンジニアリング株式会社）  
澁谷 敦（宮地エンジニアリング株式会社）  
平山 博（大日本コンサルタント株式会社）  
宮内 秀敏（中日本高速道路株式会社）  
中澤 治郎（パシフィックコンサルタンツ株式会社）  
広瀬 剛（東日本高速道路株式会社）  
茂呂 拓実（一般財団法人 阪神高速道路管理技術センター）  
森山 彰（本州四国連絡高速道路株式会社）  
山田 潤（JFE エンジニアリング株式会社）

旧委員

小西 由人（首都高速道路株式会社）  
酒井 和吉（本州四国連絡高速道路株式会社）  
丹波 寛夫（一般財団法人 阪神高速道路管理技術センター）  
内藤 靖（株式会社 オリエンタルコンサルタンツ）  
林 健治（大阪工業大学）

# 鋼構造物の長寿命化技術

## 目次

第 I 編	鋼構造物の点検・調査	1
1.	鋼構造物の点検	1
1.1	鋼構造物の点検（定期点検）	2
1.2	橋梁点検要領（鋼道路橋）	4
1.3	その他の点検要領	13
1.4	長寿命化に向けて	17
2.	自治体の点検精度確認調査	20
2.1	富山市の事例	20
2.2	浜松市の事例	23
2.3	点検精度に係わる誤差要因	30
2.4	長寿命化のための点検における課題	30
3.	鋼構造物の調査（詳細調査）	33
3.1	鋼構造物の非破壊検査	33
3.2	鋼構造物のモニタリング	43
3.3	画像等を用いた調査技術	49
3.4	鋼構造物の性能検証	51
第 II 編	鋼構造物の診断・劣化予測	59
1.	はじめに	59
2.	腐食を生じた鋼構造物の診断・劣化予測	60
2.1	概要	60
2.2	診断	61
2.3	劣化予測	71
3.	疲労損傷を受ける構造物の診断，余寿命予測	80
3.1	概要	80
3.2	診断	80
3.3	残存寿命の評価	106
3.4	補修補強効果の確認	113
4.	その他の損傷	116
5.	更新	118

第Ⅲ編 長寿命化技術.....	121
1. 鋼構造物の対策技術の現状.....	121
1.1 長寿命化技術のニーズ.....	121
1.2 鋼構造物の補修・補強技術.....	125
2. 長寿命化技術の設計に求められること.....	135
3. 長寿命化技術の施工に関する留意事項.....	140
3.1 長寿命化工事（補修・補強）の特殊性.....	140
3.2 補修・補強設計における留意事項.....	142
3.3 施工計画において留意すべき事項.....	145
3.4 主な損傷の対策にかかる施工上の留意事項.....	147
4. 鋼構造物の長寿命化対策事例.....	149
4.1 予防保全型の事例（その1） <sup>1)</sup> .....	149
4.2 予防保全型の事例（その2）.....	153
4.3 事後保全型の事例.....	156
4.4 新たな技術シーズの適用.....	158