

東北の復興とインフラの高耐久化に対する「学」の取り組み

久田 真*

2011年の東日本大震災における地震と津波の襲来により、橋梁をはじめとする東北地方の社会資本（インフラ）は、地震による被害が複合的に作用したため、従来の経年劣化等に関する知見だけでは説明がつきにくい複雑な状態となってしまったが、これらの多くはすでに供用を再開しているのが現状である。維持管理の観点から、このような構造物であっても安全性や健全度などは適切に把握されるべきであるが、巨大地震や津波の襲来の履歴を有する構造物の劣化予測手法等については、そもそのメカニズムの理解も含めて未整理なままであろう。

本文は、2012年の笹子トンネル事故、2014年度に提言された「最後の警告（道路の老朽化対策の本格実施に関する提言）」ならびに総務省から出された「公共施設等総合管理計画の策定要請」に至るまでの、わが国のインフラ維持管理に関する歴史的な経緯を俯瞰し、震災復興が本格化する東北地方において、コンクリート構造物の高耐久化に対する「学」の取り組みについて概説したものである。

キーワード：東日本大震災、地方自治体、維持管理、東北大学インフラマネジメント研究センター

1. はじめに

周知のとおり、現在、東北地方では、2011年3月11日に発生した東日本大震災からの復興に関する諸事業が本格化しており、とくに太平洋側においては、復興事業の一環として、三陸道の延伸整備が活発に進められている。その一方で、2012年12月の笹子トンネルの崩落事故を契機として、全国的には膨大な量の社会資本（以下、インフラ）の維持管理を進めなければならない状況にあり、東北地方では、復興事業と並行して対応せざるを得ない状況にある。

このような観点から、本文は、東北地方の復興とコンクリート構造物の高耐久化に対する「学」の取り組みについて概説する。

2. インフラの維持管理に関する主な出来事

まず、わが国におけるインフラの維持管理に関するこれまでの経緯を俯瞰してみる。1984年にNHK特集「コンクリート・クライシス」が放映されてからちょうど30年が経過したが、これを起点として、国内外のインフラの早期劣化問題あるいは維持管理に関する施策等や大規模自然災

害の主な出来事を列挙すると表-1のようになる。本表から、2013年がメンテナンス元年と呼ばれるように、ここ数年での維持管理に関する動向がきわめて活発化しているのが良くわかる。また、これまでのインフラの老朽化に関する事故として、PCケーブルやPC鋼材の損傷に起因する落橋の事例が多いのが特徴的である。ただし、この特徴は、たとえば、年間を通じて数千件単位で発生しているといわれる上下水道埋設管の陥没トラブル等であれば、もはやニュースソースにもなり難いのが実態であろう。しかし、わずか1件のPC構造物の事故は多くの利用者に大きな影響を及ぼすものであり、それだけPC構造物が重要な構造物であることを意味していると理解すべきであろう。

3. 東北地方のインフラ維持管理に関する取り組みと現状

冒頭にも少し言及したが、現在の東北地方では、本格化しつつある東日本大震災からの復興事業とともに、老朽化しつつあるインフラの維持管理についても並行して対応せざるを得ない状況にある。さらに、2014年4月に国土交通省からの提言「最後の警告」¹⁾が出され、続けて総務省から「公共施設等総合管理計画の策定要請」²⁾が出されたわけだが、このような状況に曝されている東北地方の地方自治体は、二重苦どころか三重苦にもなっていると推察できよう。ここでは、東北地方のインフラに何が起きているか、筆者の知るところをまとめてみた。

3.1 老朽化対策の取り組み状況

東北地方の老朽化対策の現状として、国土交通省から公表された橋梁長寿命化修繕計画の進捗率は表-2に示すとおりである³⁾。本表に示すとおり、市町村の修繕の実施率は宮城県が一番高く、全国平均を上回っていることがわかる。しかし、そのような宮城県でも、修繕計画の策定については、全市町村の31%程度にとどまっており、この



* Makoto HISADA

東北大学大学院 教授

表 - 1 インフラの維持管理に関する施策等や大規模自然災害の系譜

年	月 日	事故、大規模自然災害等	維持管理に関する主な出来事
1984	4月		NHK 特集「コンクリート・クライシス」
1988	7月		橋梁点検要領（案）（建設省）
1989		長野県村道菅線新菅橋が PC 鋼線の腐食破断により落橋	
1990		岐阜県町道下田瀬 1 号線鳥田橋が PC ケーブルの腐食により落橋	
1995	1月17日	阪神淡路大震災	
1999	5月		小林一輔著「コンクリートが危ない」（岩波新書）
	6月	山陽新幹線・福岡トンネルでコンクリートはく落片が走行中の新幹線を直撃	
2002	3月		土木学会コンクリート標準示方書【維持管理編】
2003	4月		道路構造物の今後の管理・更新のあり方に関する検討委員会「道路構造物の今後の管理・更新のあり方提言」
2004	3月		橋梁定期点検要領（案）（国土交通省）
	10月23日	新潟県中越地震	
2006	9月		NHK スペシャル「橋は大丈夫か？～しのびよる劣化～」
2007	4月		長寿命化修繕計画策定事業費補助制度が創設（都道府県は 2011 年度まで、市区町村は 2013 年度まで）
	6月	木曾川大橋で斜材の破断が発覚。その後の一斉点検の結果、本荘大橋（秋田県）などでも同様の損傷が見つかる	
	8月1日	米国・ミネアポリスにてミシシッピ川橋が崩落	
2008	3月		土木学会コンクリート標準示方書【維持管理編・2007 年版】
	5月		道路橋の予防保全に向けた有識者会議「道路橋の予防保全に向けた提言」
	6月14日	岩手・宮城内陸地震	
	6月	鳥根県国道 9 号出雲郷大橋のバイレバント式下部工の欠損が発見される	
	10月	千葉県君津市道新君津橋の PC 鋼棒（鉛直材）が腐食破断しているのが発見される	
2009	2月		総点検実施要領（案）（国土交通省）
	9月		社会資本整備総合交付金（国土交通省）
	12月	新潟県国道 18 号妙高大橋の箱桁下面の PC 鋼材が破断しているのが発見される	
2011	3月11日	東日本大震災	
	5月		藤井 聡著「列島強靱化論―日本復活 5 年計画」（文春新書）
2012	11月	フィリピンで台風 24 号による被害	
	12月2日	山梨県で笹子トンネルの天井コンクリート板が崩落	
2013	4月	秋田県国道 7 号きみまち大橋の道路床版が陥没しているのが発見される	
	8月		NHK スペシャル「調査報告 日本のインフラが危ない」
	10月	伊豆大島で台風 26 号による被害	
	10月		土木学会コンクリート標準示方書【維持管理編・2013 年版】
	11月29日		港湾の施設の技術上の基準を定める省令（公布）
2014	3月31日		道路法施行規則の一部を改正する省令（公布）
	3月		群馬県道路メンテナンス会議が設置される（全国初）
	4月14日		社会資本整備審議会道路部会「道路の本格実施に関する提言」（最後の警告）
	4月22日		総務省「公共施設等総合管理計画の策定要請」
	5月～6月		全都道府県において道路メンテナンス会議が設置
	6月		定期点検要領（国土交通省）
	6月		港湾の施設の点検診断ガイドライン
	7月		道路法施行規則の一部を改正する省令が施行され、道路構造物に関して 5 年おきの近接目視が義務化
	8月20日	平成 26 年豪雨による広島市の土砂災害	本災害を受けて、土砂災害警戒区域等の指定箇所が順次公表
	9月23日	御岳山噴火	

表 - 2 東北地方自治体の修繕実施状況
(2013年4月時点)

県名	修繕実施状況 (%)			
	県	政令市	市町村	計
青森	45.6	-	3.8	23.6
岩手	40.7	-	2.0	13.7
宮城	7.2	7.2	12.7	8.0
秋田	22.5	-	5.0	13.8
山形	66.4	-	3.7	38.0
福島	31.7	-	2.2	17.0
全国平均	26.0	26.0	5.0	15.0

ことは、多くの未修繕の橋梁が集計されていないことを意味していると考えられる。また、その他の県についても、とくに市町村のインフラ維持管理が進捗していない状況が理解できる。

国土交通省の情報⁴⁾によれば、2013年4月時点での全国の通行止め・通行規制の橋梁数は1380に上るとのことである。このうち、東北地方が全体の25%を占めており、さらに被災3県(岩手、宮城、福島)にかぎってみれば、18%と他地域と比べても突出して高いことがわかる(図-1)。このことは、東北地方および被災3県は復旧・

復興の段階にあり、通常の維持管理にまで手が回らず、橋梁の老朽化が進行していることを意味していると考えられる。国や県と比較すると、市町村が管理しなければならないインフラは多様であり、管理施設数も多く、小規模なものが多い。さらに、多様な施設を管理しなければならない市町村には技術系職員数が少ないため、維持管理に関する情報整理や、老朽化対策への対応に苦慮しているのが実状である。

3.2 寒冷地特有の外力による影響

積雪寒冷地域においては、厳しい寒さや強い風の影響により、コンクリート構造物が凍害をはじめとする特徴的な損傷を引き起こし易いことは良く知られている。最近の事例では、2011年6月に秋田県大館市の雪沢大橋(エクストラドーズド橋)のケーブルの破断が発見され、2013年4月には秋田県能代市の国道7号線きみまち大橋(1978年開通)の床版が陥没したという事例がある。これらの事例が同一県であるのは単なる偶然であるが、いずれの事例にも、冬期に大量に散布される凍結防止剤の影響がきわめて大きいことは偶然ではないだろう。

凍結防止剤の影響による劣化損傷は、これらの事例だけではなく。写真-1は、高規格道路のアスファルト部分

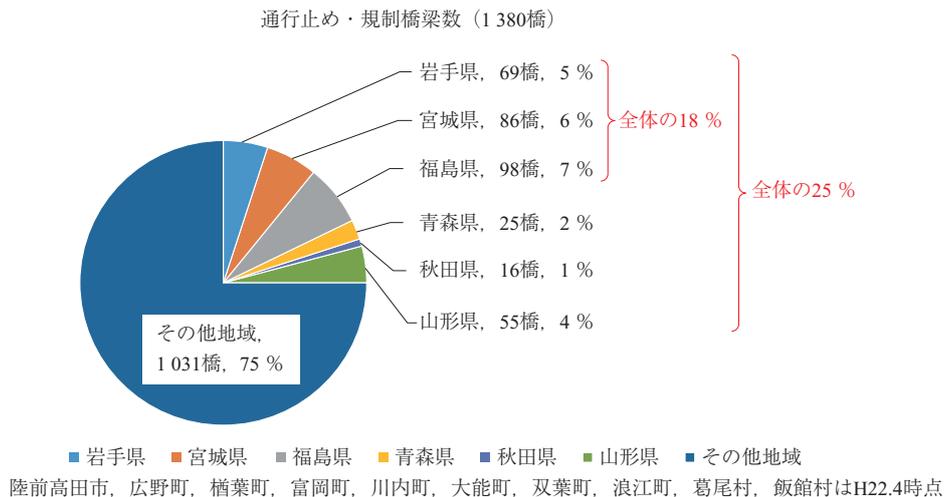


図 - 1 地方自治体が管理する通行止め・通行規制橋梁の内訳



〈健全な部分〉



〈劣化が進行した部分〉

写真 - 1 コンクリート床版の砂利化の事例



〈a. シース沿いのしみ〉



〈b. シース沿いのひび割れ・さび汁〉

写真 - 2 PCT 桁に発生したシース沿いのしみ、ひび割れとさび汁

を除去した床版のコンクリート部分の状況であるが、健全な部分と比較して、劣化が進行した部分のコンクリートは、組織が崩壊し、土砂化あるいは砂利化した様相となっている。このような損傷は、積雪寒冷地のみにかぎったものではないが、凍結防止剤が劣化を加速している可能性はきわめて高いと考えられる。

また、写真 - 2 は、東北地方のある県が管理する PC 橋の外観であるが、a. では、T 桁のウェブに PC シース沿いのしみが見て取れる。さらに、b. では、しみが卓越し、ひび割れ発生に至っているが、析出物の色調からは、内部で鋼材腐食が生じている可能性も示唆される。本橋梁は供用 30 年以上を経ているとのことであったが、現地を観察したところ、PC 鋼材の定着部が桁上面すなわちアスファルト舗装面直下にも設置されていた。

このような劣化の進行過程を図 - 2 に沿って説明する。まず、上縁定着部あるいは桁端部の間隙から水分が侵入し、シース内のグラウトの未充填部もしくはシースと母材コンクリートとのすき間に浸透する。この水分が氷点下になって凍結し、体積膨張してコンクリートにひび割れを生じさせ、年数を経てひび割れが拡幅し、遊離石灰を析出させる。さらに、積雪寒冷地で頻繁に散布される凍結防止剤

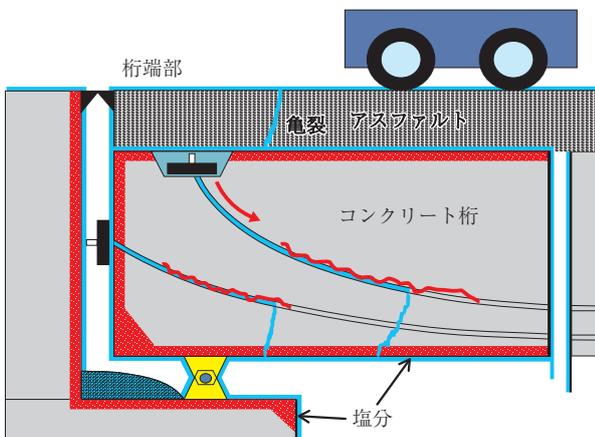


図 - 2 PCT 桁に発生したシース沿いの劣化の説明

が鋼材の腐食を加速させ、さび汁を生じさせたと考えられることができる。おそらく、凍結防止剤は、シース内部のみならず、水分の行き渡る部位のすべてに浸透していると推察した方が現実的であろう。

3.3 地震と津波の影響

今般の東日本大震災により、東北地方にあるインフラのうち、甚大な被害を受けたものについては、災害査定の結果、再構築されたものが多数ある一方で、損傷が軽微であり、応急処置等を経て供用を再開したものも少なくない。しかも、後者の構造物の中には、経年による老朽化した構造物も混在しており、これらの安全性や使用性については、きわめて複雑な状況に置かれていると考えざるを得ない (図 - 3)。

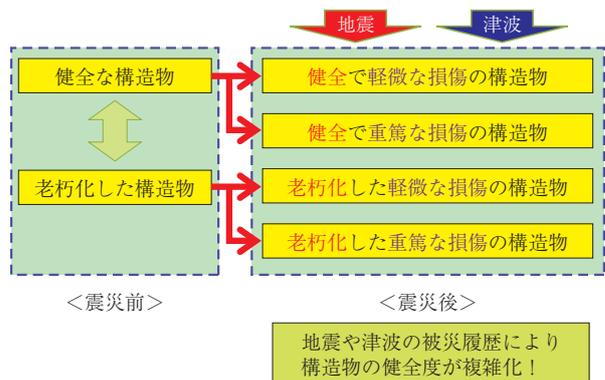


図 - 3 震災により複雑化したインフラの状態の説明

このうち、筆者がとくに懸念しているのは、震災による損傷が幸いにも軽微であり、損傷箇所を処置すれば供用を再開しても差し支えないと判断されたインフラである。これらの構造物は、災害に対する処置を施されたとはいえ、早期復旧が最優先の状況下では、まともな処置がなされたとは考え難い。ということはすなわち、これから 5 年、10 年を経過した段階で、ダメージがボディープローのように顕在化する可能性は否定できない。とくに、地震によりひ

び割れ等の損傷を受け、その直後に津波という海水に曝されたインフラは、たとえばコンクリート中の塩分の残留により、金属腐食などが発生し易いコンディションにある(写真 - 3)。



写真 - 3 震災により津波の襲来を受けたコンクリート構造物の例 (2011年7月筆者撮影, 着色範囲は津波のイメージ)

また、津波の被害を受けなかった建築物(写真 - 4)などについても、タイルなどの外装材と母体となる躯体との間にはく離した箇所があった場合には、厳冬期における氷点下の気温に伴い、雨水などが凍結膨張し、はく離の範囲が進行し、タイル等の落下により、第3者被害をもたらす可能性も十分に考えられる。学校や病院などは、長期にわたって閉鎖することが困難であろうし、賃貸系のオフィスビルについても、使用停止期間が長くなれば、テナントが別のビルに引っ越してしまうことが想定されるが、となると、補修や補強に十分な時間をかけられないのではないだろうか。



写真 - 4 震災により多数の箇所にタイルの剥離が生じた建築物 (2012年2月筆者撮影)

さらに、写真 - 5は、震災時による津波の浸水域にありながら、損傷が軽微で供用を再開した学校施設のある柱



写真 - 5 震災後わずか4年で腐食が顕在化した津波被災地域の学校施設 (2014年12月筆者撮影)

部分の状況であるが、管理担当者の話では、このような金属部分の腐食は、震災前には見られなかったとのことである。阪神淡路大震災で損傷を受けた構造物は、1995年の震災発生から20年を経た昨今において当時の「古傷」が再び痛み出したとの話を聞くが、東日本大震災においては、震災からわずか4年で「古傷」が再び痛み出したようである。

3.4 復興事業の本格化に伴う道路の酷使

仙台市を起点とする三陸自動車道の仙台～石巻区間などでは、震災以降、救援物資の輸送や作業員の移動などで、震災前と比較して使用状態が大きく変化しており、終日、頻繁に渋滞が発生し、大型車の通行が激増している。これらの構造物は老朽化しているわけではないが、交通荷重の増加により、道路施設の損傷が早まっているとの指摘がある。本路線は、震災復興の生命線の一つでもあり、このような構造物に対しても、しっかりとした保守が必要な状況にある。

3.5 新たな難局への対応 ～土砂災害警戒区域～

2012年12月の笹子トンネルの天井板崩落事故を教訓として、2013年はメンテナンス元年と位置づけられた。2014年4月14日には、国土交通省の社会資本整備審議会道路部会が「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言(最後の警告)」を公表した。これを受けて、同年の5～6月には、全都道府県において道路メンテナンス会議が設置され、道路構造物については、2014年7月には5年おきの近接目視が義務化され、いよいよ本格的な維持管理体制が整備され始めた。総務省が「公共施設等総合管理計画の策定要請」を公表したのは、同年の4月22日であり、「最後の警告」が提言されてからほんの8日後のことである。

さらに、2014年8月20日に発生した平成26年豪雨による広島市の土砂災害を契機として、日本中の土砂災害警戒区域が公表されることになった。表 - 3は、東北6県における土砂災害警戒区域などの公表情報⁵⁾をまとめたものであるが、これらの数字は、今後の調査の進捗により、さらに増加する見込みである。

重ねて言及するが、ここまで記述してきたような、震災

表 - 3 東北6県の土砂災害警戒区域等の公表情報
(2014年8月31日現在)

	土石流		急傾斜		地すべり		計	
	発生	警戒	発生	警戒	発生	警戒	発生	警戒
青森県	1 155	742	2 792	2 613	84	0	4 031	3 355
岩手県	1 584	1 319	1 570	1 535			3 154	2 854
宮城県	608	513	600	584	12	0	1 220	1 097
秋田県	781	274	742	323			1 523	597
山形県	2 053	1 299	1 868	1 809	452	0	4 373	3 108
福島県	1 182	785	1 088	1 070	39	0	2 309	1 855
6県計	7 363	4 932	8 660	7 934	587	0	16 610	12 866
全国計	125 545	64 508	225 495	141 684	5 340	1	356 380	206 193

※全国治水砂防協会 web より (2014年8月31日現在)
※表中の左は警戒区域、右は特別警戒区域で警戒区域の内数

のダメージを背負い、厳冬による劣化外力に曝され、老朽化が進行しつつある東北地方のインフラを、少子高齢化、技術者不足、財政難の中で管理しなければならない立場にあるのが東北地方の自治体である。

4. 東北地方における「学」の取組み

本章では、東北地方における「学」の取組み事例として、2014年1月に設置された東北大学大学院工学研究科インフラマネジメント研究センター（以下、センターと記す）の設置経緯および活動内容とともに、東北地方の各地域で展開している産学官連携の取組みと今後の連携構想などを紹介する。

4.1 センター設立までの経緯と活動内容

東北地方では、東日本大震災により橋梁や道路をはじめとする多くのインフラ施設が甚大な損傷を受けたが、被災自治体は復興・復旧に邁進している状況にあり、損傷を受けたインフラを、維持管理の観点から適切な保守を実施するだけの余力がまったくなかった。このような状況を鑑みて、東北大学は、2013年12月18日に国土交通省東北地

方整備局と連携・協定に関する協定を締結した。本協定を礎として、2014年1月に、東北大学大学院工学研究科内に自治体を支援する組織として当センターが設立されることとなった⁶⁾。本センターは、2014年3月に山形県上山市、宮城県岩沼市、東日本道路株式会社東北支社、ネクスコエンジニアリング東北株式会社と、また、2014年12月に一般社団法人東北地域づくり協会と連携・協力協定を結び、東北地方の地方自治体のインフラ維持管理の支援体制を進め、地域の維持管理の技術拠点形成を目指している(図-4)。

本センターの活動内容は、①自治体支援、②人材育成、③調査・研究、に集約される。自治体支援に関しては、専門的な技術力を必要とする自治体の点検・診断業務、補修業務に対して、各業務段階における助言等により自治体を支援する。また、人材育成については、地域における専門技術者不足という状況を鑑みて、当センターにて各管理者、業務担当者等を対象とし、技術力の向上を目的とした研修などを実施することを計画している。とくに、研修の実施にあたっては、座学、現場による方法に加え、時間の確保が困難と予想される自治体職員を対象とした自己学習用のeラーニングシステムを作成し、簡易に受講可能なシステムの構築を目指す。調査研究については、蓄積される維持管理データの効率的な利用技術の開発、東北地方特有の劣化損傷メカニズムの機構解明、震災履歴のあるインフラの健全度評価手法の開発などについて、各機関と共同研究等を実施し、インフラの維持管理に繋がる知見を整理する。

4.2 東北地方におけるさまざまな取組みと将来構想

東北地方においては、前述のような東北大学における技術拠点構築の取組みのほか、県内の地方自治体の道路をはじめとするインフラ維持管理支援として、産官学等の連携

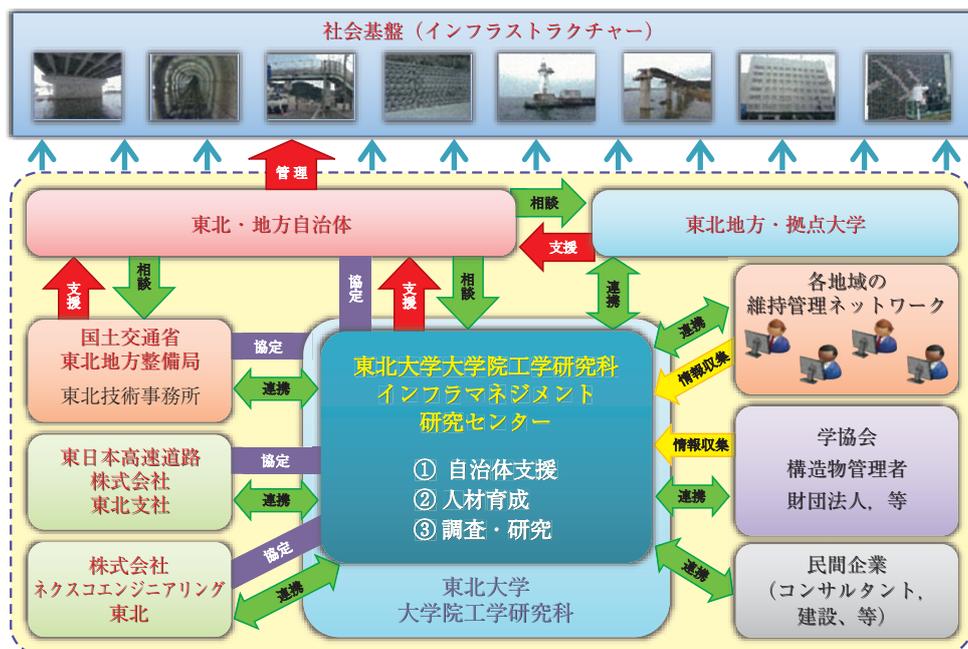


図 - 4 東北大学インフラマネジメント研究センターの体制イメージ

によるさまざまな取組みがなされている。たとえば、青森県では「青い森の橋ネットワーク⁷⁾」が、秋田県では「NPO 法人秋田道路維持支援センター⁸⁾」が、福島県では「ふくしまインフラ長寿命化研究会⁹⁾」が、それぞれ精力的に活動を進めている。また、岩手県では、老朽化インフラの維持管理のみならず、復興事業として進行している三陸道の品質確保に関する設計施工までも視野に入れた「岩手県のコンクリート構造物の品質確保および維持管理について考える会」が活動中である。

現在、これら各県での活動と東北大学インフラマネジメント研究センターの活動とが有機的な連携を目指し、今後、東北地方の地方自治体におけるインフラ維持管理を包括的に支援し得る体制を整えていく構想である。

5. おわりに

昨今のインフラ老朽化対策への動向は、激流と呼んでも差し支えないほど、さまざまな取組みがなされている状況になっている。しかも、これらの取組みの多くは、全国で約 1 750、東北地方だけでも 227 を数える市町村が管理するおびただしい数の公共インフラを対象としたものである。これまで、このような公共インフラの維持管理に関する業務は、地方自治体の主な業務として重要であることは理解されていても、それほど重点的に取り組まれてこなかったであろうと推察されるが、それがにわかに急激に増大しつつある。また、財源や人員の確保のみならず、インフ

ラの老朽化対策に臨むための技術力も含めて、相当な窮状が予想される。

とくに、東北地方においては、2011 年に発生した東日本大震災からの復旧・復興が本格化しつつあり、取り組むべき課題が山積しているが、このような状況であるからこそ、維持管理に関する新たな地場密着型の市場形成も視野に入れ、東北のインフラを安全・安心なものとし、「学」として今まで以上に積極的に取り組んでいきたいと考えている。

参考文献

- 1) 国土交通省：http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s202_douro01.html
- 2) 総務省：http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01zaisei_07_02000084.html
- 3) 国土交通省：http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobo5_3.pdf
- 4) 国土交通省：http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobo3_1.pdf
- 5) 全国治水砂防協会：<http://www.sabo.or.jp/topics/0005-0508/shitei-jyoukyou.htm>
- 6) 東北大学インフラマネジメント研究センター：<http://infra-manage.org/>
- 7) 青い森の橋ネットワーク：<http://www.hi-tech.ac.jp/2013/10/24/10861>
- 8) NPO 法人秋田道路維持支援センター：<http://arms.or.jp/activity.html>
- 9) ふくしまインフラ長寿命化研究会：<http://www.a-sif.jp/>

【2014 年 12 月 24 日受付】



刊行物案内

コンクリート構造診断技術

コンクリート構造診断技術講習会テキスト

2015 年 4 月

定 価 7,500 円 / 送料 300 円

公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会