

## コンクリート研究室の開設と活動

大田孝二\* 五島孝行\*\* 柴田辰正\*\*\*

### 1. はじめに

高度成長期に整備されてきた多くのインフラが、まもなく 50 年を迎え、老朽化が大きな社会問題となっている。少子高齢化による人手不足や厳しい財政状況の中、維持管理への関心が高まっている。

当センターでは材料・構造研究部が鋼構造の橋梁を主体に維持管理分野の支援活動を行っているが、今年 4 月から新たにコンクリート構造物の維持管理支援部門としてコンクリート研究室を開設したので報告する。

コンクリート構造物は、安全性や経済性に優れ、社会資本として橋梁、カルバート、擁壁やトンネルなどに幅広く用いられ、そのストックは膨大である。かつてコンクリート構造物はメンテナンスフリーとして半永久的に利用可能と考えられてきた。しかし 1980 年代に中性化、塩害、アルカリ骨材反応、凍害などの劣化現象が発見され、社会問題となった。これらの問題については国を挙げた取り組みが行われ、これまでに種々の対策が講じられている。コンクリート構造物の劣化現象は、人の健康に例えると内科疾病に似ており、潜伏状態にある間は、外観には現れず、内部で進行する。そしてある時、ひび割れやはく離・はく落などの形で外部に変状が現れ、初めて劣化の進行が明らかになり、その時には簡単な措置では対応しきれない状態となっている。こうしたことから、今後はコンクリート構造物に対する予防保全、機能維持（補修）、機能向上（補強）が強く求められる。

当コンクリート研究室では、既設コンクリート構造物の調査・診断、補修・補強、維持・管理に関する研究開発をはじめ、種々の課題への具体的な対応を重ねて行きたいと考えている。

### 2. 東日本大震災の調査

当コンクリート研究室は、5 月初旬 2 日間に渡

り、岩手県と宮城県沿岸部において東日本大震災の津波により被災した橋梁の現地調査を実施したので報告する。比較的大きな河川に架けられていた橋梁では、鋼桁の流失が多く見られた。また、橋台背面が連続した盛土構造となっていた橋梁では、鋼桁に比べ死荷重の大きい PC 桁の流失も見られた（写真-1）。



写真-1 ポステンT桁が流失した橋梁  
(沼田跨線橋)



写真-2 掘割り河道に架かる小規模橋梁  
(南三陸町八幡川)

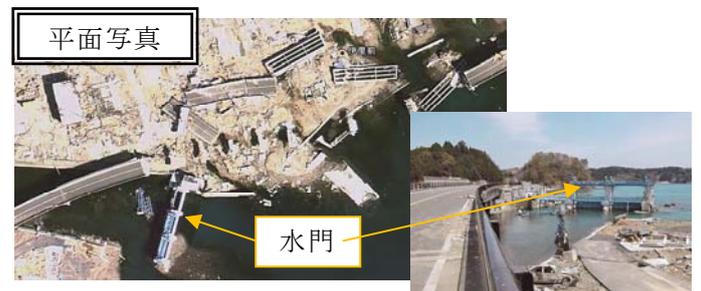


写真-3 水門により流失を免れた桁  
(歌津大橋)

一方、掘り割り河道に架かる小規模な橋梁等では流失を免れた橋梁も多く存在していた（写真-2）。また、下流に防潮堤や水門などの防御施設がある橋梁は、流失を免れる傾向があった（写真-3）。

津波による作用力としては、波力や揚圧力、浮力などが考えられるが、上部構造の流失の有無に

については、津波の進行方向に対する上部構造の障害割合や橋梁の設置方向、あるいは、桁の設置位置（高さ）、上部構造の幅員や死荷重などとの相関性が感じられた。さらに防潮堤など防御施設の影響や支承、落橋防止システムの影響も考えられる。

なお、当センターでは、海岸、道路、地盤、構造等の分野の専門家が、現地調査を実施し、それぞれの違った視点で見てきた調査結果を持ち寄り震災調査報告会を実施した。

そこでは、様々な意見が交わされ、各分野の相互理解が深まった。

### 3. 当面の活動テーマ

コンクリートの劣化については、様々な機関で研究が行われ、今日では中性化や塩害などに関するメカニズムは明らかになったが、アルカリ骨材反応（以下、ASRと呼ぶ）については、コンクリート構造物の“癌”と言われ、未だ未解明な部分が多く、最も厄介な劣化要因として扱われている。最近では、全国各地でその存在が認められつつあり、今後の維持管理上の大きな課題の一つになることが予想される。また、土木学会の道路橋床版の維持管理評価検討小委員会においても、塩害や凍害等とともにASRと疲労の複合劣化が話題となっている。

当コンクリート研究室では、これらの動向や状況を勘案し、当面は『ASRと疲労の複合劣化』を主要な研究テーマとして活動を行うこととした。具体的には、土木構造物の中でも最も過酷な条件下で供用されているRC床版についてASRと疲労の複合劣化による損傷メカニズムや残存寿命を解明し、合理的な橋梁の維持管理を行うための研究開発を実施することとした。

### 4. ASRの現状における問題点

わが国では、1980年頃からASRの劣化が大きな社会問題となったが、建設省総合技術開発プロジェクト<sup>1)</sup>などにより骨材のASR試験法、ASR抑制対策、ASR劣化構造物の調査・診断、補修方法などが提案、確立された。しかし、最近になり次に示す問題点が現れている。

#### 4.1 調査結果と劣化報告件数の乖離

2001年、反応性骨材の判定結果の改ざん問題

を契機に、国土交通省はアルカリの総量規制を中心にした新しいASR抑制対策の通達を出すとともに、2003年よりレディーミクストコンクリートに使用された骨材の全国的な実態調査を実施した。その結果、細骨材は約9%、粗骨材は約15%が、化学法により「無害でない」と判定され、「無害でない」と判定される骨材は全国に広く分布していることが明らかになった<sup>2)</sup>（図・1）。

一方、現在までに、ASRが報告されている

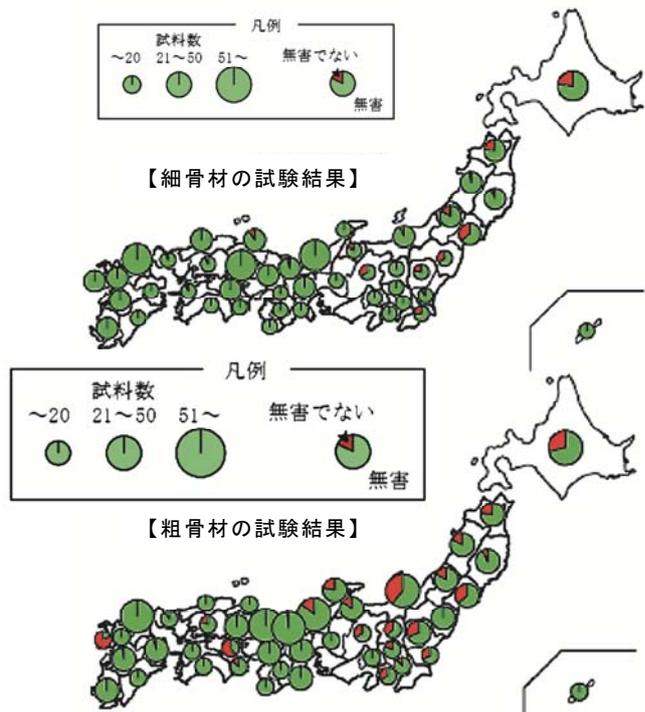


図-1 化学法によるASRに対する骨材の判定結果と地理的分布<sup>2)</sup>

地域は、北陸、東海、近畿、中国、四国、九州などの西日本に偏っており、関東、東北、北海道などの東日本での劣化事例の報告は非常に少ない。骨材は輸送コストとの関係から産出地域で主に使用されていることから判断すると、反応性骨材（無害でないもの）の産出地域とASRの発生地域との分布は一致するはずであるが、前述のように食い違いが見られる。その原因としては、実構造物でASR調査が十分に行われていなかったり、第三者被害問題や美観上の問題から、はく落対策や景観対策として表面被覆を行った例もあると考えられる。

土研センター

4.2 鉄筋破断の問題

2003年のNHK報道「ASRによる鉄筋破断の衝撃」を契機にして、土木学会ではアルカリ骨材反応対策小委員会を設置し、新たな問題としてASRによる鉄筋破断の調査およびその機構の解明に取り組むことになった<sup>3)</sup>。鉄筋破断の問題に関連して、国土交通省より「道路橋のアルカリ骨材反応に対する維持管理要領（案）」が通達されるとともに、ASRによる鉄筋破断の全国的な調査が行われ、対策または対策検討の必要のある橋梁は202橋あることが報告された。その後、2008年には、「アルカリ骨材反応による劣化を受けた道路橋の橋脚・橋台躯体に関する補修・補強ガイドライン（案）」が制定され現在に至っている。

4.3 現行試験方法における問題点<sup>4)</sup>

現在のASRの試験法に関しては、化学法では隠微晶質・微晶質石英を含んだ遅延膨張性骨材の反応性を検出できないこと、また、モルタルバー法で無害とされても膨張反応を起こす骨材が存在することなどの問題が指摘されている。

4.4 現行アルカリ総量規制における問題点<sup>4)</sup>

現在のアルカリ総量規制は、アルカリ総量が $3\text{kg/m}^3$ 以下であればASRによる劣化は発生しないことになっている。しかし、非常に反応性が高い骨材（オパール等）を含んだり、ペシマム条件（有害な骨材と無害な骨材を混合して使用すると、有害骨材100%の場合よりも、反応速度が大きくなる場合がある。このような特異な現象をペシマム現象と呼ぶ。）となる場合に著しく劣化が生じた事例がある。また、隠微晶質・微晶質石英を含む場合に、ゆっくりと長期にわたり膨張が継続される事例もある。

5. ASR劣化構造物調査

ASR劣化損傷構造物の損傷形態や、実態把握を行うため、沖縄及び北陸地方について短期間ではあるが現地調査を実施した。

5.1 沖縄での調査

写真-4 は橋梁取り付け道路の擁壁にASRによる亀甲状のひび割れや変色が発生した事例である。

写真-5 は空港周辺の景観保持のため、ASRの劣化部分の上に表面被覆工を施したPC桁と下部構造を示す。水分の浸入により、ひび割れが進



写真-4 ASRにより亀甲状のひび割れや変色が発生した橋梁取り付け道路擁壁



写真-5 空港周辺の景観保持のため表面被覆工を施した橋梁の上・下部構造

展し、再劣化した箇所も見受けられた。

5.2 北陸地方での調査

写真-6 はトンネル坑口の写真で、少鉄筋部材の場合に見られるASR特有の亀甲状ひび割れの事例である。



写真-6 ASRにより亀甲状のひび割れが発生したトンネル坑口

写真-7 は上路トラス橋の高さ約10mの橋台パラペット（胸壁）やウイング（翼壁）にASRによる亀甲状のひび割れが発生した事例である。このパラペット上の路面は、膨張変形により

20mm ほど隆起し、伸縮装置周辺に段差が生じるとともに、取り付け道路の境界の地覆コンクリートにひび割れが発生している。



写真-7 ASRの膨張により隆起した路面



写真-8 ASRにより亀甲状のひび割れが発生したRC床版

写真-8 は鋼橋のRC床版にASRによる非常に密な亀甲状のひび割れが発生した事例を示す。このようなひび割れは、輪荷重の繰り返し作用による疲労劣化に加え、路面から供給される水分やアルカリ分（凍結防止剤に含まれる）によるASRの膨張が原因であると考えられることから、今後もひび割れの進展が予想される。

現在の損傷がどのレベルにあるのか、今後どの

くらいの期間の供用が可能であるか、補修・補強はどうあるべきか等の課題に対し、早期に究明して行きたいと考えている。

## 6. おわりに

コンクリート研究室は、発足したばかりではあるが、当面は橋梁のRC床版を中心に研究に取り組むことで、コンクリート構造物の持つ多くの維持管理上の課題を認識できるのではと考えている。桁や下部構造などのコンクリート構造の種々の課題についても、皆様方からのご教示や相談への対応を通して、コンクリート構造物の保全に努めていきたいと考えている。今後の皆様方からのご指導ご鞭撻を期待する次第である。

### 参考文献

- 1) 土木研究センター：「建設省総合技術開発プロジェクト コンクリートの耐久性向上技術の開発報告書」pp.293～294、1998
- 2) 古賀裕久、河野広隆：骨材のアルカリ骨材反応性に関する全国調査結果、土木学会第 59 回年次学術講演会（平成 16 年 9 月）
- 3) 土木学会コンクリートライブラリー：「アルカリ骨材反応対策小委員会報告書（鉄筋破断と新たな対応）」pp. I.1～I.13、2005
- 4) 山田一夫：塩害とアルカリ骨材反応への対策に関する提言その 2、コンクリートテクノ、Vol.29、No.12、pp.9～17、2010

大田孝二\*



財団法人土木研究センター  
企画・審査部長 兼コンクリート研究室長、工博  
Dr.Kouji OHTA

五島孝行\*\*



財団法人土木研究センター  
企画・審査部 兼コンクリート研究室 次長  
Takayuki GOTO

柴田辰正\*\*\*



財団法人土木研究センター  
企画・審査部 兼コンクリート研究室 主任研究員  
Tatsumasa SHIBATA