

道路政策の質の向上に資する技術研究開発

【研究状況報告書（2年目の研究課題対象）】

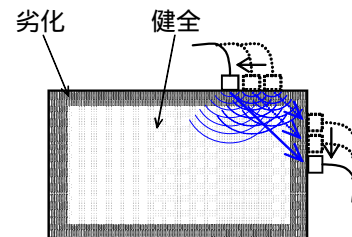
①研究代表者	氏名（ふりがな）		所属		役職	
	みやがわ とよあき 宮川 豊章		京都大学大学院工学研究科 社会基盤工学		教授	
②研究 テーマ	名称	A S R劣化構造物安全性能評価手法の開発				
	政策 領域	[主領域]（8）道路資産の保全		公募 タイプ	タイプ 政策実現型	
		[副領域]				
③研究経費 （委託金額） （単位：千円）	平成17年度	平成18年度	研究期間			
	15,930	15,870	平成17～19年度（3年）			
④研究者氏名（研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入して下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加して下さい。）						
氏名		所属・役職				
服部 篤史		京都大学大学院工学研究科・社会基盤工学 / 助教授				
山本 貴士		京都大学大学院工学研究科・社会基盤工学 / 助手				
井上 晋		大阪工業大学工学部・都市デザイン工学科 / 教授				
森川 英典		神戸大学工学部・建設学科 / 教授				
葛目 和宏		(株)国際建設技術研究所 / 代表取締役社長				
⑤研究の目的・目標						
<p>アルカリ骨材反応（以下A S Rと略す）が顕在化した構造物の維持管理では、コンクリートの品質特性、鉄筋破断量、コンクリートと鉄筋の一体性などを、簡便に評価できる非破壊検査手法の開発が不可欠である。本研究ではこれらの非破壊検査方法として超音波法と電磁誘導法とを取り上げ、実構造物への摘要事例、検出精度の検討を行って現場で実施する適切な検査手法の提案を行なうことを目的としている。</p> <p>さらにA S R劣化構造物の外観状況、非破壊検査結果などから、合理的に構造安全性を評価し、構造物の管理者が補修・補強の対策を適切に選択できる手順を提案することを、本研究の究極の目標としている。</p>						

⑥これまでの研究経過

(1) 超音波法によるコンクリートの品質の評価

昨年度は実橋脚を想定した3m幅の構造物のASRによるコンクリートの劣化度を相対する方向に透過させた超音波伝播速度や伝播波形の周波数特性で評価できることを確認した。

今年度は、受振波形を観察することで、鉄筋破断を懸念しなければならないような劣化段階か否かを判定できる可能性のあることを確認した【 】。また実橋表層部の劣化を評価するには部材角部で伝播距離を20～65cmに変化させ同距離の健全コンクリートで測定した超音波伝播速度との比を用いると、劣化深さを推定できる可能性があることが分かった。



(2) 電磁誘導法による鉄筋破断量の評価

電磁誘導法を用いた鉄筋破断調査法では昨年度は、かぶり100mm程度が限界であった。今年度は励磁コイルの線径を0.6mmに太くし、さらに励磁コイルの印加電圧を21Vに増加させるという装置改良を行った。一般に橋脚のスターラップのかぶりは85mm未満であり、その1.4倍に相当するかぶり120mmまで測定可能とすることで適用範囲が増大した【 】。

(3) 非破壊試験方法によるコンクリート鉄筋の一体性評価

昨年度秋に反応性骨材を使用したコンクリートを打設し、戸外で暴露している供試体は現時点で、圧縮強度はそれほど低下していないが、ヤング係数は半分程度と低下している。ひび割れも幅0.3mm前後と大きくなってきているが、梁の曲げ、せん断などの耐荷力は普通コンクリート供試体と大差はない結果となっている。また同一供試体であっても供試体軸方向と軸直角方向とでは、コアを採取すると劣化状況の違いが見られており、このようなASR劣化が供試体に今後影響を及ぼすと推測される。

ASRコンクリートと鋼材の付着応力 すべり関係を定式化する研究をすすめており、反応性骨材を用いた実験を中心にASRひび割れ発生後の曲げやせん断耐荷力に関する解析的な精度向上を目指している【 ～ 】。

⑦研究成果の発表状況

波多野雄士，大下寛司，澤井健二，井上晋：コンクリートの膨張およびせん断補強筋の付着・定着がRCはり部材のせん断耐荷性状に及ぼす影響，土木学会第61回年次学術講演会講演概要集，pp119-120，2006.9

成清公平，山本貴士，服部篤史，宮川豊章：ASR膨張ひび割れを模擬したコンクリートと鉄筋の付着・定着性状，土木学会第61回年次学術講演会講演概要集，pp125-126，2006.9

大下寛司，澤井健二，波多野雄士，井上晋：コンクリートの膨張およびせん断補強筋の付着・定着がRCはり部材のせん断耐荷性状に及ぼす影響，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード 論文報告集，第6巻，pp83-88，2006.10

金海鈺，葛目和宏，山本貴士，服部篤史，宮川豊章：ASR劣化が顕在化した既存構造物の内部劣化の評価手法について，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード 論文報告集，第6巻，pp95-102，2006.10

⑧研究成果の活用方策

異なる2例のASR劣化橋脚から試験体を取り出して断面を観察した結果から、表面で幅の大きなひび割れであっても鉄筋破断とはその位置が必ずしも一致していないこと、また、幅の大きなひび割れであっても、それが内部に連続的達するのではないこと等が分かった。

これからことからASRが著しく進行した場合には、その劣化度は外観変状からだけでは評価できず、ひび割れの内部への進行程度や鉄筋破断量などを非破壊的に診断する技術の確立が必須となっている。

ASR構造物の維持管理に関しては2003年に国土交通省から「道路橋のアルカリ骨材反応に対する維持管理要領(案)」が通達されている。しかし、その時点では構造物内部のASR劣化について十分な知見が得られていなかったため、実構造物に対して実務者が容易に適用し難い面もあった。これを補足する目的で作成中の「ASR劣化構造物の補修・補強ガイドライン(案)」には、本研究で得られた構造物内部の劣化状況に関する知見や非破壊検査手法が反映され、補修・補強の判定や対策検討がより適切に行えるようになると期待される。

ASRによる内部の劣化状況を超音波法や電磁誘導法で評価した結果と、部材の耐荷特性との関係付けについて検討を進めることで、ASRだけでなく塩害や凍害等との複合劣化を生じた構造物に関する補修・補強対等の実施時期やその方法を提案するシナリオの作成にも有用な知見を提案できると考えられる。これによってASRのみならず劣化が顕在化したコンクリート橋梁の長寿命化修繕計画の策定にも一助となると期待される。

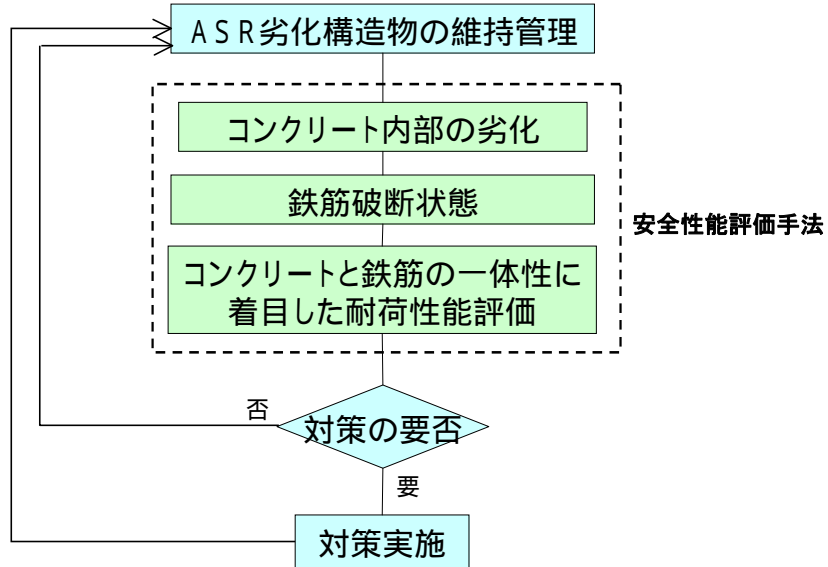
⑨特記事項

現時点では反応性骨材を用いた供試体では、健全状態と劣化進行状態との差違を実験的に十分に検証できていないが、19年度内にはASR劣化が進行することが見込まれることから、性能低下に関連するデータの収集が進むと予想される。超音波法を中心とした非破壊試験によるコンクリート劣化の評価と鉄筋の付着応力-すべり関係から想定される部材の耐荷性能低下のシナリオとの関係付けによって、ASR劣化構造物の耐荷性能の劣化を定量的に評価できる可能性が大きいと期待される。

本研究のように性能低下の著しいコンクリート構造物の診断に、非破壊試験を利用して劣化程度を評価し、その結果から劣化度を判定して、合理的な対策の選定に結びつけるような流れが、今後一般化していくモデルとなることを期待している。

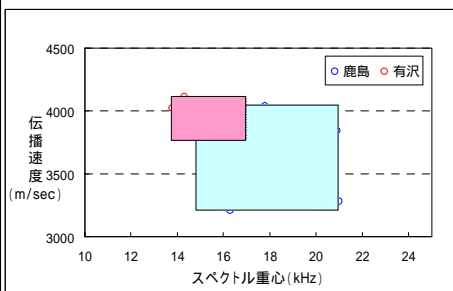
平成17年度から3年間の研究期間のうち2年が経過しようとしているが、暴露試験供試体のASR劣化は計画の50%程度は進行していると考えられる。終局的なASR劣化度を再現するには至らない可能性はあるが、耐荷性能に影響を及ぼすASR劣化度には達すると予測されることから、平成19年晩秋には本研究の目的を達成できると考えている。

ASR劣化構造物の対策選定手順への提案

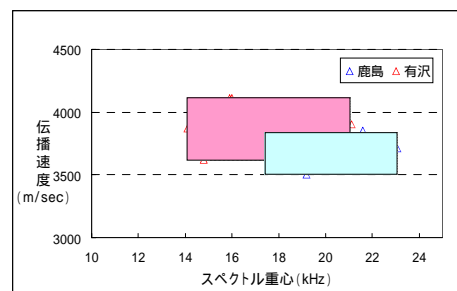


ASR劣化構造物安全性評価手法の開発(1)

超音波法によるコンクリート品質評価



梁部分の超音波データ



柱部分の超音波データ

超音波伝播速度とスペクトル重心に着目すると
ASR内部劣化の評価が可能になった。

ASR劣化構造物安全性評価手法の開発(2)

電磁誘導法による鉄筋破断量の評価

センサ改良

	従来センサの励磁コイル	改良センサの励磁コイル
線径 (mm)	0.4	0.6
巻数 (T)	210	210

励磁コイルに流れる電流を大きくする

パワーアップの増幅率拡大

	従来励磁条件	パワーアップした励磁条件
励磁電圧 (V)	13	21
励磁電流 (A)	2.9	4.3

検査装置の励磁電圧および励磁電流を増大する

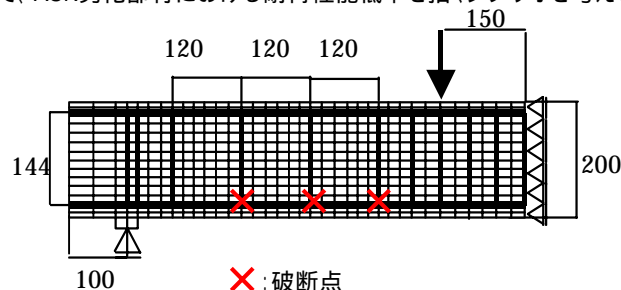
改良の結果、かぶり120mmまで探査が可能になった。

ASR劣化構造物安全性評価手法の開発 (3)

コンクリート・鉄筋の一体性評価

鋼材の付着・定着特性に着目したASR劣化RCはり部材の耐荷性能の評価

- RCはり部材の解析モデルの一例を下図に示す。RCはり部材のスターラップ隅角部の破断を想定し、本研究で検討中の付着応力-すべり関係を適用して曲げ解析を行う。破断位置、本数あるいは膨張率(付着特性の低下程度)を要因としてパラメトリック解析し、井上、森川らで進められているRCはりの載荷実験結果と比較検証することで、ASR劣化部材における耐荷性能低下を招くシナリオを考える。



ASR劣化RCはり部材の解析モデル例

ASR劣化構造物安全性評価手法の開発 (4)