第 V 部門

ASR 劣化 RC 部材に対する超音波トモグラフィの適用性に関する基礎的研究

京都大学大学院工学研究科 学生会員 芳賀 尭 京都大学大学院工学研究科 正会員 山本 貴士 京都大学大学院工学研究科 正会員 服部 篤史 京都大学大学院工学研究科 フェロー 宮川 豊章

1.目的

本研究では, ASR 劣化 RC 部材の深さ方向のコンクリート品質の 評価を目的として,超音波トモグラフィの適用性について検討した。

2.供試体概要

T型橋脚張出し部の切断部位を想定し,アルカリシリカ反応性を 有する北海道産骨材を使用した図1に示すASR供試体を2体作製し た。寸法は550mm×550mm×190mmとし,主筋にD29,スターラップ および拘束筋にD13を使用した。材齢28日まで水中養生後,材齢 2ヵ月までは30,3ヵ月以降は40にて促進養生した。蒸気発生 により100%RHとした。

3. 超音波トモグラフィの原理と測定方法

トモグラフィ(Tomography)とは,さまざまな方向から対象物 に光波・電波・音波などを当て,その透過情報や散乱情報をもと にマトリクス演算を行い,対象物内部の物理量などを導き出して 断層画像を得る方法である。本研究では,超音波パルス(PUNDIT, 周波数 50Hz)を使用し,写真1に示すようにx・y,2方向の伝播 速度測定を行い,推定伝播速度分布を得ることとした。一つのメ ッシュは等方・等質で一様な伝播速度を有すると仮定するととも に,鉄筋の表現を目的として,メッシュの1辺をスターラップ径 と等しい13mmと設定した。測定はx,y方向に各42箇所で,養生

後,1ヵ月に2回,7ヵ 月間行った。あわせて断 面ひずみ・部材軸方向の 伝播速度を測定すると ともに,管理供試体(10mm×20mm)についても 同様に測定した。

4.実験結果および考察

(1)断面ひずみ

コンタクトゲージに より図 2 に示す位置の 断面ひずみを測定した。 材齢 7 ヵ月までの測定 結果を同種箇所で平均 して図3に示す。



図1 供試体の形状・寸法および配筋図



写真1 超音波トモグラフィの測定概要



Takashi HAGA, Takashi YAMAMOTO, Atsushi HATTORI and Toyoaki MIYAGAWA

まず,経時変化に関しては,3ヵ月頃から膨張速度が増大し,6ヵ月までほぼ等速度で膨張が進行し,7ヵ 月で収束し始める傾向であった。7ヵ月にて 隅角部で8000µに達した。

一方,分布に関しては,7ヵ月にてスターラップ・拘束筋の拘束下にある 内周に比べ 外周では700µ程 度上回った。また, 隅角部のひずみが顕著であるのは,隅角部で亀甲状のひび割れが顕著であったことに対応している。

(2)部材軸方向の超音波パルス伝播速度

部材軸方向の伝播速度を,材齢7ヵ月にて,50mm四方のメ ッシュに分割して測定し,図4に示す分布を得た。拘束部の 平均値が約3550m/s,かぶりで約3730m/sであり,前者が 180m/s程度遅い。また,隅角部近傍の平均値は約3800m/sで あり,断面ひずみの分布とは整合していない。供試体形状か ら,水分・熱の供給に応じた可能性がある。



(3)超音波トモグラフィ

材齢1,3,7ヵ月での,推定伝播速度分布を図5に示す。

まず,経時変化に関しては,2ヵ月間はほとんど変化がなく,3ヵ月目に,養 生室内で比較的温度の高い供試体上部の推定伝播速度が断面内平均で約 360m/s低下した。断面ひずみと同様に,3ヵ月前後で大きな変動があったこと から,超音波トモグラフィによる推定結果は,膨張速度の増大を良く捉えたと いえる。一方,ひび割れが顕著になった4ヵ月目には,断面の大部分で推定伝 播速度が4000m/sを下回り,その後7ヵ月まで顕著な変化は見られなかった。 ひび割れが顕著な段階では,ひび割れの程度と超音波パルス伝播速度の相関が 悪くなることが示唆され,既往の研究¹⁾と同傾向である。近傍の鉄筋や骨材の かみ合った箇所など伝播速度が速い経路を迂回すること,およびある劣化程度 まではその経路が失われないことが原因と考えられる。

次に,分布に関しては,材齢7ヵ月にて,拘束部の平均値が約3570m/s,か ぶりで約3680m/sと推定され,前者が110m/s程度遅い。また,隅角部近傍の平 均値は約3730m/sであり,断面ひずみの分布とは整合していない。しかし,部 材軸方向の測定により得られた伝播速度分布とは,同傾向である。断面・内部 のひび割れの方向については検討の余地があるが,図4に示す分布が,供試体 の実際の部材軸直角方向の伝播速度分布に近いものと考えると,超音波トモグ ラフィによって,伝播速度の絶対値,分布傾向ともに推定できると考えられる。

5.結論

超音波トモグラフィにより得られた推定伝播速度分布と,部材軸方向に測定した伝播速度分布の間に相関があることを確認した。

謝辞

本研究の実施にあたりご助言・ご協力いただいた,独立行政法人産業技術総 合研究所の西澤修様に深く感謝いたします。

参考文献

1) 葛目和宏,金海鉦,藤原規雄,森雅司:ASR 劣化構造物の非破壊的な評価方法 について,コンクリートの補修,補強,アップグレード論文報告集,第5巻,pp151-158,2005

