

コンクリート内部の鉄筋と骨材が超音波の伝播に与える影響についての一検討

(株)地震工学研究開発センター 正会員 ○徳江 良

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 寺澤 貴裕, 佐藤 京, 畠山 乃

1. はじめに

橋脚柱基部は大規模地震時に塑性化を考慮する部材として設計が行われることが多く、設計地震動の範囲内の作用力であっても損傷の発生が想定されている。しかし、橋脚柱基部は土中や水中といった不可視部分にあるため、震後の点検において、道路管理者が不可視部分のひび割れを即時に確認することができず、橋梁の供用安全性を判断するために時間を要する。この判断をできるだけ迅速に行うためには、構造物の損傷を可視部分から評価する技術の確立が必要であり、非破壊検査^{1),2)}を活用することが合理的な一つの手段であると考えられる。そこで本研究では、非破壊検査技術の向上を目指して、試験体内部の鉄筋と骨材が超音波伝播特性に与える影響を検討した。

2. 試験体について

本検討に用いた試験体は、図-1 に示す直方体で、コンクリートとモルタルの2種類の材料を用いている。コンクリートの圧縮強度は 35.5N/mm^2 、静弾性係数は 24.7kN/mm^2 である。モルタルはコンクリートに対してふるいをかけて、骨材の粒径が 5mm 以下になるようにした。これらの材料に対して、D16鉄筋が3本入った試験体と無筋の試験体をそれぞれ作製して、計4つの試験体を用意した。これらの試験体について、以降の文では、鉄筋コンクリートをRC、無筋コンクリートをC、鉄筋モルタルをRM、無筋モルタルをMと呼ぶ。

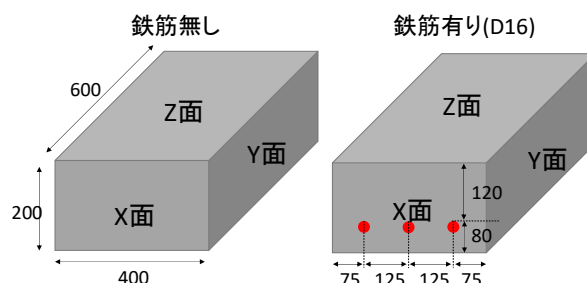


図-1 試験体 (単位は mm)

3. 超音波速度の測定について

超音波速度の測定は、試験体を型枠合板の上に置いた状態で透過法により行った。図-2 に測定箇所を、表-2 に測定結果を示す。この表より、鉄筋近傍 (X2U、X2R) と鉄筋間 (X23) の超音波速度の違いは、明確に確認できなかった。X面側にて材料ごとに平均超音波速度を比較すると、鉄筋有りの試験体で速度が速い傾向にあり、 $\text{RC} > \text{RM} > \text{C} > \text{M}$ の順の超音波速度となった。一方、Y面側にて比較すると、その傾向は確認できず、RCとC、RMとMで近い速度となった。これらのことより、鉄筋の有無が超音波速度に与える影響について、鉄筋の軸方向では影響があること、鉄筋に直行する方向では影響が小さいことがわかった。

また、Y面側にて鉛直方向に超音波速度を比較すると、RCとCでは、試験体下部の速度が速い傾向にあるが、RMとMでは、その傾向が確認できなかった。超音波速度は物体の密度に関係するため、RCとCでは、骨材が沈下し、鉛直上部よりも下部の密度が上昇した結果、下部の速度の方が速くなったと考えられる。

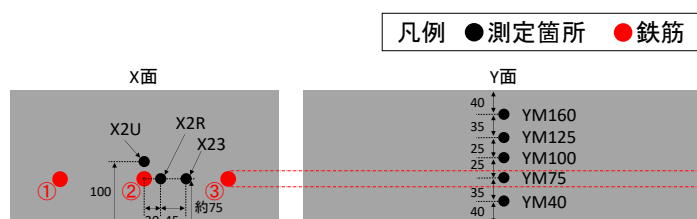


図-2 超音波速度の測定箇所 (単位は mm)

表-2 超音波速度の測定結果 (単位は m/s)

		材料			
位 X 置 面		RC	RM	C	M
	X2U	4164	4000	4110	3896
	X2R	4152	4196	4082	3914
	X23	4243	4167	4082	3909
	平均	4186	4121	4091	3906
位 Y 置 面	YM160	3941	3817	3968	3828
	YM125	4024	3865	4032	3876
	YM100	4040	3880	4065	3850
	YM75	4044	3865	4082	3846
	YM40	4094	3891	4111	3846
	平均	4029	3863	4052	3849

キーワード 非破壊検査, 超音波, 鉄筋コンクリート, モルタル
 連絡先 〒880-0902 宮崎県宮崎市大淀3丁目5番13号
 (株)地震工学研究開発センター TEL:0985-55-0125

4. 時刻歴応答波形の計測について

超音波透過法による時刻歴応答波形の計測を行った。入力は 50kHz の周波数で 2 波のパルス波を発振器に与えた。計測箇所は図-3 に示す。計測は 0.001ms 間隔で合計 2ms のデータを記録した。以降に示す図には、0.1~0.5ms までのデータを表示する。

まずは、材料ごとに同一計測箇所で作られた波形を比較するため、鉄筋近傍である X2U の結果を計測結果の 1 例として、図-4 に示す。この図より、RC と C, RM と M の比較では、0.2ms までの周期が一致しており、これ以後では、波形に差異が生じていることがわかる。これより、初期に受信する超音波に対しては、鉄筋の有無による影響はないが、それ以後に受信する超音波に対しては、鉄筋の有無による影響があると考えられる。

次に、計測箇所ごとに同一材料で作られた波形を比較するため、RC での結果を計測結果の 1 例として、図-5 に示す。計測箇所の X2U, X23, X23C では、図-4 と同様の結果が得られた。一方、X2U40, X23U では、他の計測箇所よりも初期に受信した波形の振幅が小さい。これらの計測箇所は、他の計測箇所よりも鉄筋から離れており、かつ試験体上部の計測箇所である。このことから、鉄筋から離れた位置で計測すると、超音波は効率良く伝播せず減衰する可能性や、試験体上部つまり開放面に近い位置で計測すると、超音波が試験体外に流出し、初期の受信波形の振幅が小さくなる可能性が考えられる。

5. まとめ

以下に本検討で得られた知見をまとめる。

- (1) 鉄筋の有無が超音波速度に与える影響について、鉄筋の軸方向では影響があり、鉄筋に直行する方向では影響が小さい。
- (2) 骨材が超音波速度に与える影響について、骨材の多いコンクリートでは鉛直下部で測定した速度が速い傾向にあるが、骨材の少ないモルタルでは影響がみられない。
- (3) 時刻歴応答波形について、鉄筋から離れた位置で計測すると、超音波は効率良く伝播せず減衰する可能性や、試験体上部つまり開放面に近い位置で計測すると、超音波が試験体外に流出し、初期の受信波形の振幅が小さくなる可能性が考えられる。

6. 終わりに

本論文は、(国研) 土木研究所寒地土木研究所にて計測したデータを基に、同所にて行っている研修の成果として取りまとめたものである。今後、これらの試験体に対して、静的に鉛直载荷を行い、ひび割れを発生させて、ひび割れによる波形の変化を確認する予定である。そして、本検討で得られた知見と追加検討で得られる知見を併せて、より良い非破壊検査手法の提案を目指していく。

参考文献

- 1) 明石外世樹：コンクリートの非破壊試験に関する研究，土木学会論文集，第 390 号，V-8，1988.2
- 2) 福島ら：弾性波を用いたコンクリート構造物の欠陥評価，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.21, No.2, 1999

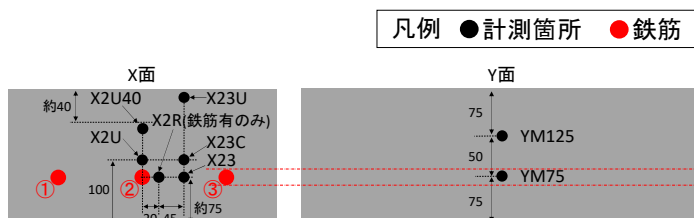


図-3 超音波透過法による計測箇所（単位は mm）

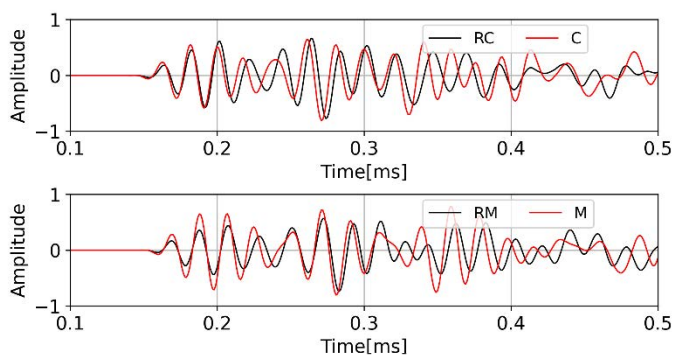


図-4 材料ごとの時刻歴応答波形比較

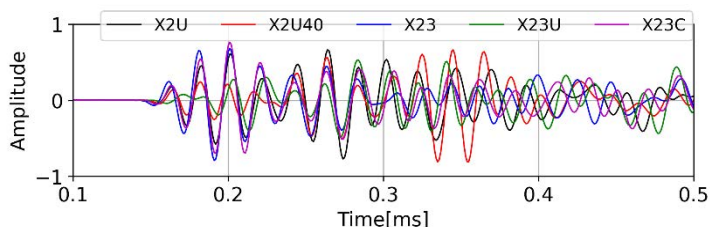


図-5 計測箇所ごとの時刻歴応答波形比較