

I-407 コンクリート構造物の超音波音速法による強度推定

松尾 橋梁 綱

岩田 良平

松尾 橋梁 綱

正員 米倉 國雄

I-2122マリノ 綱

中野 義一

1. はじめに

コンクリート構造物の圧縮強度の推定には、コア採取による破壊試験法のほかにシュミットハンマー法、超音波音速法等による非破壊試験法があり、このうち超音波音速法による圧縮強度推定精度の向上を目的とした試験を実施した。推定精度に影響を与えるものには、探傷装置の性能、探傷技術等のほか配合、探傷面の粗さ等被検査材の性質によるものがあり、今回は被検査材の性質によるものを重点に調査した結果を報告する。

2. 試験概要

(1) 供試体

試験に使用したコンクリートの配合を表-1に示す。使用セメントは高炉セメントB種、供試体採取は、現場打設コンクリート（150t--5734m³）から採取した。その形状は、図-1に示す直径100mm、高さ200mmの円柱のJIS A 1132コンクリートの強度試験用供試体の作り方に準じて作成した。養生方法は、表-2に示すように水中養生および室内養生（室内で自然乾燥状態で放置）とした。

表-1. 配合表

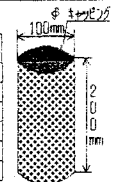
呼び強度 Kg/cm ²	水セメント比(%)	骨材最大粒径(φ)	骨材比(%)	セメント	水	細骨材	粗骨材	混合材	配合比 (Kg/m ³)
240	12	20	44.4	319	172	799	996	0.798	

表-2. 破壊試験材令と養生方法別供試体数

養生方法	試験日	3日	1週	2週	3週	4週	5週	6週	3ヶ月
室内養生*1		0	0	1	1	1	1	0	
三日水中養生*2		-	5	2	2	3	2	1	1
1週間水中養生*2		-	-	4	2	1	4	2	3
2週間水中養生*2		-	-	-	6	7	7	3	4
3,4週水中養生*2		-	-	-	-	2	3	3	5
水中養生		7	5	7	5	5	5	4	0

*1 室内乾燥状態で放置

*2 水中養生以後室内乾燥状態で放置



(2) 試験項目

1) 圧縮強度と音速との関係

コンクリートの圧縮強度と音速との関係が、被検査材の状態により異なる否かを調査した。試験要領は供試体の養生方法を変化させ、破壊試験直前の音速を図-2に示す透過法により測定し、圧縮強度との関係を調査した。

：音速測定器---バンジツト
：探触子---54KHz, 50mmφ X42mm
：接触媒質---グリース
：零点調整用基準バー（50φ X159mmを26μsに調整）

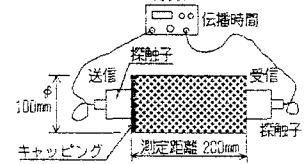


図-2. 音速測定要領

2) 材令と音速との関係

圧縮強度の変化と音速の変化との相関関係を調べるため、材令3日目から週間隔で音速を測定した。

3) 供試体の乾燥状態と音速との関係

音速が供試体の乾燥状態により影響されるかどうかを調べるため、供試体の音速と重量（乾燥状態）がほぼ一定（材令3ヶ月）となった供試体を再度水中に浸し、供試体の重量変化と音速変化とを調査した。

4) 2個の供試体間に異物が介在したときの音速変化

被検査材に鉄筋または空隙等異物が介在したときの音速変化を知るため、図-3に示すように供試体間に異物を挿入したとき、および異物を抜取り空気層が存在したときとの音速を調査した。

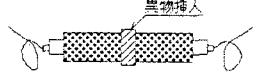


図-3

3. 試験結果

(1) 圧縮強度と音速との関係

圧縮強度と音速との関係を図-4（全体）に示す。この回帰分析結果を表-3に示す。圧縮強度と音速との関係は養生方法による有意差はあまりなかった。

表-3. 回帰分析の結果

養生別	水中	室内	全体
Y切片	3658.1	3718.3	3715.7
Yの標準誤差	180.79	87.41	140.04
R ² 乗	0.66	0.67	0.57
標本数	38	76	114
自由度	36	74	112
X係数	2.52	1.87	2.00
Xの標準誤差	0.30	0.15	0.16

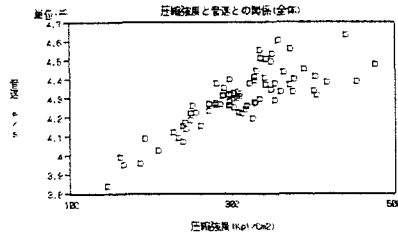


図-4. 全体

(2) 材令と音速との関係

材令ごとの音速の変化は各供試体により多少異なるが、材令6週までの変化量は250~600m/sであった。この音速変化の一例を図-5a、圧縮強度の増加傾向を図-5bに示す。音速の変化は圧縮強度が増加する傾向とほぼ同様な傾向を示していた。

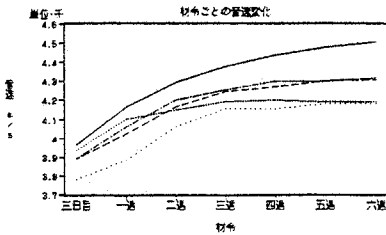


図-5a. 音速変化

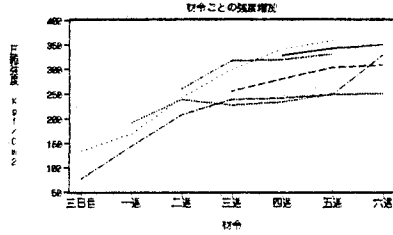


図-5b. 圧縮強度増加傾向

(3) 供試体の乾燥状態と音速との関係

供試体の音速変化がほぼ一定となるのは材令4～6週程度であり、供試体の重量は室内養生を開始してから120gf程度軽くなれば以後あまり変化は見られなかった。供試体の重量は再度水中に浸し約1週程度で水中養生時の重量とほぼ同一となり、その過程の重量・音速の変化を図-6、図-7に示す。なお、184時間以後は再び室内乾燥状態とし測定した。

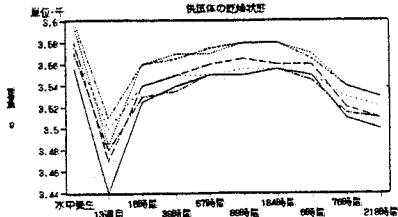


図-6. 乾燥状態

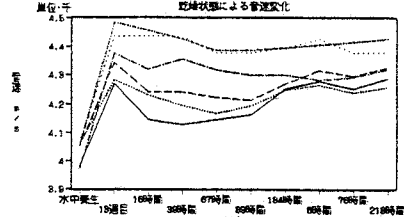


図-7. 乾燥状態による音速変化

(4) 2個の供試体間に異物が介在したときの音速変化

2個の供試体を密着させたときの音速は、単一の供試体の音速の平均より約100m/s遅い傾向であった。挿入した異物は表-4のとおりであり、図-9に示す結果が得られた。また、その異物を抜取り空気層とした結果を図-10に示す。空気層の場合、層間が0.2mmと非常に薄くても音速は急激に遅くなり、0.2mm～12mmの間はほぼ一定であった。

表-4. 挿入材料の音速

挿入材料	厚さmm	音速m/s
フィルム	0.21	1,400
画用紙	0.66	600
アクリル	3.02	2,517
木板	10.25	1,464
鉄板黒皮	12.12	5,269
鋼	50.60	5,750

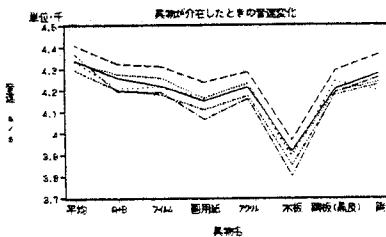


図-9. 異物が介在したとき

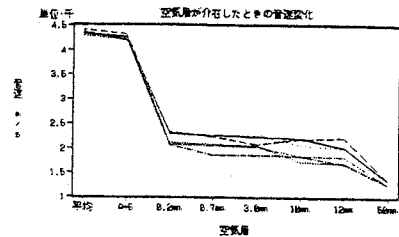


図-10. 空気層が介在したとき

4. まとめ

今回の試験より次の結果が得られた。

- 1) 圧縮強度と音速との相関関係は養生方法、乾燥状態にあまり影響を受けず良好な結果が得られた。
- 2) 鋼（鉄筋）が存在した場合の音速は、鉄筋量が10%程度でも音速には大きな影響を与えない。
- 3) コンクリート強度試験（28日）による結果は、最大359.2kgf/cm²、最低233.1kgf/cm²で、設計強度を満足はしているがその差は126.1kgf/cm²と大きいものであった。
- 4) 今後のコンクリート構造物施工時に、コンクリート強度試験と同時に音速を測定しておけば、将来実構造物の音速を測定することにより強度の推定が可能と思われる。しかし、実構造物における探触子接触面の粗さ、測定器の性能、探傷技術等の問題は今後調査を継続し解明する必要がある。