

非破壊・局部破壊試験によるコンクリート構造物の品質検査に関する共同研究 衝撃弾性波 その4 コンクリートでの弾性波速度と圧縮強度の関係について

Study on Inspection Method of Concrete Structures Using Non-Destructive Tests Impact Elastic Wave Part4 About the Relation Between the Velocity of Elastic Wave and the Compressive Strength in the Concrete

○岩野 聡史 伊藤建設(株) 森濱 和正 独立行政法人土木研究所
Satoshi Iwano Ito Construction Kazumasa Morihama Public Works Research Institute
境 友昭 アプライドリサーチ(株) 極檀 邦夫 東海大学
Tomoaki Sakai Applied Research Kunio Gokudan Tokai University

概 要

衝撃弾性波法によりコンクリートの圧縮強度を推定する研究を行っている。方法はコンクリートで弾性波速度を測定し、弾性波速度と圧縮強度の関係式を換算式として、圧縮強度を推定するものである。換算式は推定精度に大きな影響を及ぼすが、弾性波速度と圧縮強度の関係式はコンクリートの配合等によって異なると言われており、換算式は安易に決定することができない。そこで、様々な配合の円柱供試体で弾性波速度と圧縮強度の関係を調べ、両者の関係が変化する場合について検討した。その結果、コンクリートの呼び強度により関係式は分別される傾向にあることが確認された。

キーワード：衝撃弾性波法，圧縮強度，弾性波速度，呼び強度

1. まえがき

衝撃弾性波法によりコンクリートの圧縮強度を推定する研究を行っている¹⁾。これは①コンクリートの弾性波速度が弾性係数の平方根に比例すること。②弾性係数とコンクリートの圧縮強度には相関関係があると言われてしていること。①，②に着目し、弾性波速度と圧縮強度の関係式を得て、これを換算式として、構造物で弾性波速度を測定し、圧縮強度を算出する方法である。しかし、弾性係数と圧縮強度の関係は諸条件により変化すると言われており、実構造物に本法を適用するには、弾性波速度と圧縮強度の関係の再調査などにより、換算式を検証する必要があると言える。これに対し、既設構造物などではこの検証が実施できずに、本法の適用が困難になると予想される。そこで、これまで様々な実構造物および供試体で、コンクリート打設時に円柱供試体を製作し、弾性波速度と圧縮強度の関係を調査したが、換算式の決定方法を考案することを目的とし、両者の関係がどのような条件で変化するのかについて検討した。

2. 実験概要

実験に用いた円柱供試体の概要を表1に示す。セメント種類は3種、呼び強度は18～45と多種多様である。養生方法は封緘養生、水中養生とし、供試体A，Fについては一部を気中養生とした。

材齢は1日～1年程度までで、衝撃弾性波法の周波数解析による弾性波速度と圧縮強度を測定し、材齢が経過することによ

表1 実験に用いた円柱供試体の概要

名称	セメントの種類	呼び強度	粗骨材最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	水セメント比 (%)	測定個数	備考
A	普通	曲げ 4.5	40	2.5	40.0	21	実構造物
B	高炉B	24	40	8	47.4	36	
C	普通	24	25	8	53.1	42	
D	高炉B	24	20	8	52.6	45	
E	高炉B	24	20	8~15	55.0	15	
F	早強	24	40	8	50.0	42	供試体
G	高炉B	18	40	8	59.0	24	
H	高炉B	27	40	8	45.5	24	
I	普通	18	25	8	63.0	18	
J	普通	27	25	8	49.5	14	
K	普通	40	25	8	38.0	18	
L	高炉B	30	20	8	50.0	30	
M	普通	18	20	8	70.0	72	
N	普通	30	20	8	50.0	33	
O	普通	45	20	12	35.0	35	

り増強する圧縮強度と弾性波速度の関係を調べた。

3. 実験結果

円柱供試体で得られた弾性波速度と圧縮強度の関係を図1に示す。図1上図より、弾性波速度 2300m/s 以上の範囲では、両者を指数関数で回帰すると、相関係数は 0.93 と強い相関関係を示す。しかし、相関係数が高いのは、本実験は材齢 1 日から開始し、弾性波速度が 2300m/s ほど広い範囲であるからだと考えられる。そこで、実構造物での測定を考慮し、弾性波速度 3700m/s 以上での両者の関係を図1下図に示すと、相関係数は 0.73 と低くなった。ここで得られた両者の関係式を換算式に採用することは、例えば弾性波速度 4050m/s での推定圧縮強度は約 45N/mm² となるのに対し、実際は約 35~70N/mm² と、誤差は最大で 36% となることから、問題があると言える。

そこで、弾性波速度と圧縮強度の関係を、気中養生での結果を除外し、4 通りの呼び強度に分別して示した結果を図2に示す。図2より、両者は直線で回帰され、ここで得られた両者の関係式を換算式に採用すると、実際の圧縮強度は、ほとんどが誤差 10% の範囲に収まることが確認された。

4. まとめ

弾性波速度の測定による圧縮強度の推定において、換算式の決定方法を考案する目的で、両者の関係がどのような条件で変化するののかについて実験した。その結果、両者の関係は、気中養生での結果を除外し、呼び強度で分別すれば強い相関関係となり、ここで得られた両者の関係式を換算式に採用すれば、圧縮強度の推定誤差が小さくなることが確認された。これから、本法を実構造物に適用するには、呼び強度により換算式を決定することが有効であると考えられる。さらに、新設の構造物では管理用円柱供試体による換算式の検証、既設では数箇所のコア採取による換算式のキャリブレーション、これらを併用すれば、より精度が向上すると期待される。

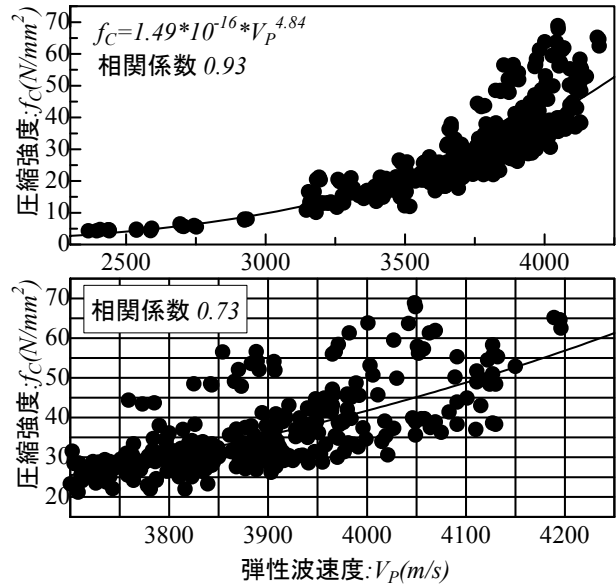


図1 全円柱供試体での弾性波速度と圧縮強度の関係
(上図 $V_p=2300\sim4250\text{m/s}$, 下図 $V_p=3700\sim4250\text{m/s}$)
— 回帰直線 - - - 回帰直線 $\pm 10\%$

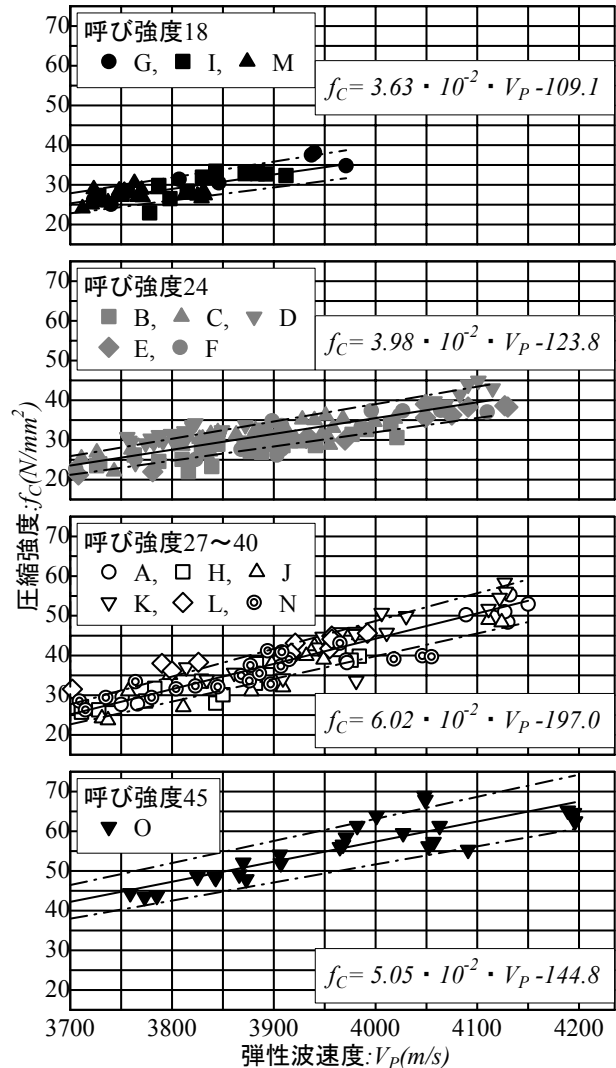


図2 呼び強度別での弾性波速度と圧縮強度の関係