

エコーチップ硬さ試験によるコンクリートの力学的性質の推定に関する研究

宮崎大学大学院 学生会員 ○阿南 拓人 宮崎大学工学教育研究部 正会員 尾上 幸造
西日本技術開発株式会社 正会員 楠 貞則 宮崎大学大学院 学生会員 鯨津 成瑛

1. はじめに

経年劣化したコンクリート構造物は今後ますます増大することから、効率的な維持管理手法の開発が望まれている。中でも、非破壊・微破壊によりコンクリートの物性を簡便に精度良く評価できる手法は労力やコストの面から寄与するところが大きいと考えられる。たとえば、コンクリートの強度を非破壊的に検査する方法の一つにシュミットハンマーが挙げられる。しかし、シュミットハンマーは打撃エネルギーが大きく、場合によっては測定箇所を破壊してしまうおそれもある。本研究では、水没部の Ca 溶脱に伴う空洞化等、コンクリートの変状による強度低下を現場で非破壊的かつ簡便に測定することを想定し、シュミットハンマーと比較して小さい打撃エネルギーで反発硬度 (L 値) を測定できるエコーチップ硬さ試験¹⁾に着目した。過去に金属、プラスチック、ゴム、紙、果物や岩石等への同試験の適用例が報告されている¹⁾が、コンクリートについては報告例が見当たらない。本稿では、同試験によりコンクリートの力学的性質を評価するための基礎的な検討として、L 値とコンクリートの動弾性係数・圧縮強度・静弾性係数との関係について調べた結果について報告する。

表-1 コンクリートの配合条件と単位量

W/C	s/a	水	セメント	細骨材	粗骨材	AE 減水剤	空気連行剤	理論ペースト容積	理論骨材容積
%		kg/m ³						m ³ /m ³	m ³ /m ³
45	43	170	378	741	1024	1.2	0.8	335	665
55	45	170	309	801	1020	1.0	0.6	313	687
65	47	170	262	855	1005	0.8	0.5	298	702

2. 実験概要

普通ポルトランドセメント (密度: 3.16g/cm³, 比表面積: 3260g/cm²), 海砂 (表乾密度: 2.59g/cm³, 吸水率: 1.20%), 石灰石碎石 (表乾密度: 2.70g/cm³, 吸水率: 0.14%), AE 減水剤, 空気連行剤を用い, 表-1 に示す 3 種類の配合条件でコンクリートの円柱供試体を作製した。円柱供試体はφ75×100mm を全ての配合について, φ100×200mm を W/C=55% についてのみ作製した。供試体本数は 1 要因につき 3 本とした。打設後 3 日, 7 日, および 28 日間 20°C 水中にて養生し, 供試体の端面を研磨し 20°C 60%R.H. の室内にて約 3 時間静置し表面を自然乾燥させた後, エコーチップ硬さ, 動弾性係数 (JIS A 1127), 圧縮強度 (JIS A 1108), 静弾性係数 (JIS A 1149) を測定した。

写真-1 にエコーチップ硬さ試験機を示す。測定にあたり, 図-1 に示すように供試体の直径方向に 5mm 間隔で打撃位置の目印を付けた。その後, 供試体を堅固・水平なコンクリート床の上に設置し, 試験機のインパクト装置を目印の箇所に置き, 供試体に対して垂直方向になるように打撃し, L 値を測定した。L 値は目印 1 箇所につき 1 回, 1 面あたり 2 ライン, 両端面で測定をおこなった。



写真-1 エコーチップ硬さ試験機

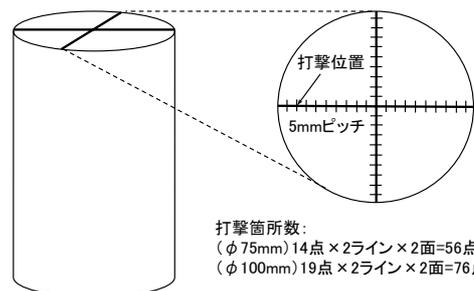


図-1 エコーチップ硬さ試験の打撃位置

3. 実験結果および考察

図-2 に L 値の測定結果例を示す。同図より, L 値は打撃した箇所により大幅に変動することが分かる。本研究では, はじめに L 値の代表値について, (1)平均値, (2)最小値, (3)最大値, (4)データを昇順に並べたとき, 下から 1/4 番目の値, の 4 種類を設定した。

図-3 に L 値の代表値とコンクリートの圧縮強度との関係を示す。同図より, (1)平均値, (2)最小値, (3)最大値については圧縮強度と相関が認められない。一方, (4)下から 1/4 番目の値については, W/C, 供試体直径,

および材齢にかかわらず圧縮強度と良好な相関が認められる。

表-2 にコンクリートの動弾性係数, 圧縮強度, および静弾性係数と L 値の代表値との相関係数を示す。図-3 の結果を踏まえ, 上記 4 種類の代表値の他に(5)下から 1/3 番目の値, (6)下から 1/5 番目の値を追加した。結果として, (4)下から 1/4 番目の値を用いたときに最も高い相関係数が得られた。また, (5)下から 1/3 番目の値, (6)下から 1/5 番目の値を用いた場合についても比較的高い相関係数が得られたが, (1)平均値, (2)最小値, (3)最大値を用いた場合の相関係数は低かった。最小値は空隙を多く含むペースト部分を打撃した値, 最大値は骨材部分を打撃した値であると考えられるため, コンクリート物性との相関性が低かったものと考えられる。一方, 今回用いたコンクリートの配合条件から, 容積の約 30~33%がペースト部分, 残りの約 67~70%が骨材部分であり, 下から 1/3, 1/4, 1/5 番目の L 値はコンクリートの力学的性質と密接に関連するペースト領域の性状を反映した値であるため, 比較的高い相関係数が得られたものと考えられる。なお, 平均値については上記の影響が混在しているため相関係数が低かったものと推察される。

以上より, L 値の代表値を適切に選定することで, コンクリートの動弾性係数, 圧縮強度および静弾性係数を推定できる可能性があるといえる。

4. まとめ

本研究の実験範囲において, エコーチップ硬さ試験で得られる L 値からコンクリートの力学的性質を推定できる可能性が示された。具体的には, 新たに作製した円柱供試体の端面において直径方向に 5mm 間隔で L 値を測定しデータを昇順に並べたとき,

下から 1/4 番目の値を代表値とすることで, コンクリートの動弾性係数, 圧縮強度, 静弾性係数と良好な相関が認められた。ただし, 最適な代表値については, 諸条件の違いにより異なることも予想される。今後, 実験パラメータを追加するとともに, 本試験の適用条件等について検討を加え, 実構造物へ適用するためのデータを蓄積することが必要であると考えている。

謝辞：実験実施にあたり多大な協力を頂いた宮崎大学工学部卒業生の古賀慎弥氏に謝意を表します。

【参考文献】

1) 青木久, 松倉公憲: エコーチップ硬さ試験機の紹介とその反発値と一軸圧縮強度との関係に関する一考察: 地形, Vol.25, No.3, pp.267-276, 2004

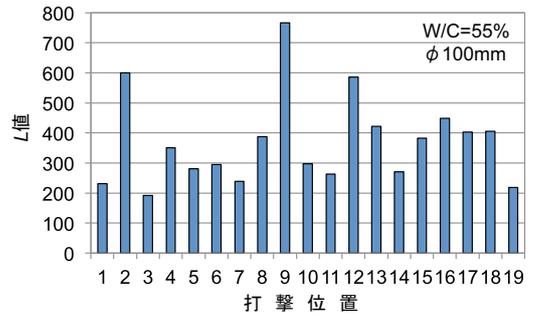


図-2 L 値の測定結果例 (1 ライン)

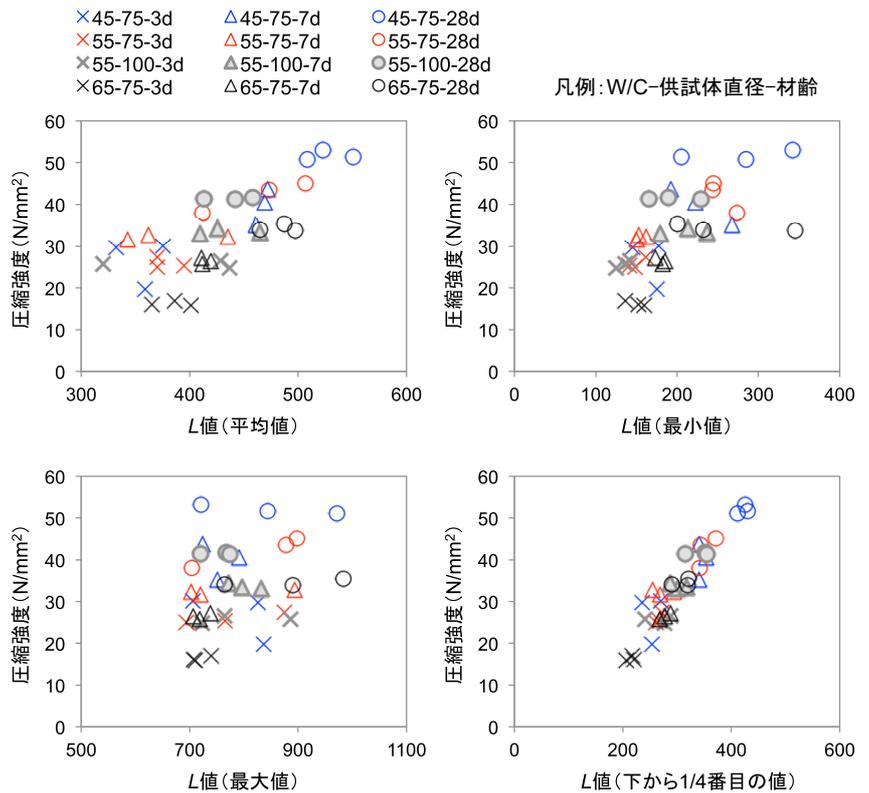


図-3 L 値の代表値と圧縮強度の関係

表-2 L 値の代表値とコンクリートの物性値の相関係数

コンクリートの物性値	L 値の代表値					
	(1)平均値	(2)最小値	(3)最大値	(4)下から 1/4 番目	(5)下から 1/3 番目	(6)下から 1/5 番目
動弾性係数	0.490	0.500	0.111	0.835	0.804	0.828
圧縮強度	0.552	0.433	0.101	0.880	0.848	0.879
静弾性係数	0.372	0.344	0.096	0.616	0.609	0.585