

エコーチップ法およびトレント法による構造物中のコンクリートの耐久性試験法

九州産業大学工学部 学生会員 ○ 渡辺 大輔
九州産業大学工学部 フェロー会員 豊福 俊泰
九州産業大学工学部 正会員 亀井 頼隆

1. まえがき

構造物中のコンクリートの品質検査法としては、従来から圧縮強度試験が行われているが、耐久性についても現位置試験法の開発が課題となっている。本研究は、エコーチップ法およびトレント法を用い、コンクリートの耐久性試験への適用性を検討したものである^{1), 2)}。

2. 試験概要

供試体は、曲げ供試体（高さ 15×15×53cm）、柱部材（高さ 60×50×20cm）、床部材（高さ 20×50×60cm）とし、表-1 に示す 10 配合のレディーミクストコンクリートを用いて、養生条件、材齢を変化させた。コア圧縮強度は、それぞれ 2 個採取して試験を行った。

エコーチップ法（写真-1 参照）は、インパクトボディーの打撃速度に対する反発速度の比率に 1000 をかけた値（ECO=反発速度/打撃速度×1000）、すなわちエコーチップ硬さ値（エコーチップ値と呼ぶ）を測定するもので、G タイプインパクト装置を使用した¹⁾。

トレント法（写真-2 参照）は、図-1 のように試験面で直接に、透気係数と浸透深さを測定した²⁾。また、水分量試験は、（高周波容量式水分計 HI-500）で測定した。

3. 試験結果と考察

エコーチップ試験器には角度補正機能が付いているが、基準テストブロック（基準値560）に対する鉛直方向のエコーチップ値と水平方向のエコーチップ値は、反発度法と同様に打撃回数によって変化している（図-1参照）。そこで、これらの値を $y=ax$ 式で補正し、補正值を求めた。図-2は、エコーチップ値とコア圧縮強度との関係であり、反発度と同様に相関性が良く、補正後が補正前に比べわずかに相関性が良くなっている。また、図-3はヤング係数との関係であるが、反発度に比べ相関性がよい傾向が認められる。

トレント法で求めた透気係数と材齢との関係（図-4 参照）は、材齢の経過とともに低強度（普通 15）、養生条件が悪い（屋内空气中養生）ほど透気係数が大きくなっている。水分と透気係数、浸透深さとの関係（図-5、図-6 参照）は、既往の研究と同様に、コンクリートの空隙が多く含水率（水

表-1 実験計画

コンクリートの種類	水セメント比 (%)	材 齢	供試体の種類	養生方法
普通15	86	1週	曲げ供試体 柱部材 床部材 円柱供試体	屋内(空气中) 屋内(湿潤養生5日) 屋内(養生剤塗布) 屋外 水中
普通20	86	2週		
普通25	63	3週		
普通30	52, 54	4週		
普通40	52, 54	5週		
普通45	37, 38	6週		
普通50	38	7週		
普通50	31	8週		
普通60	30	9週		
普通60	30	10週		
		1年		
		2年		
		3年		



写真-1 エコーチップ法



写真-2 トレント法

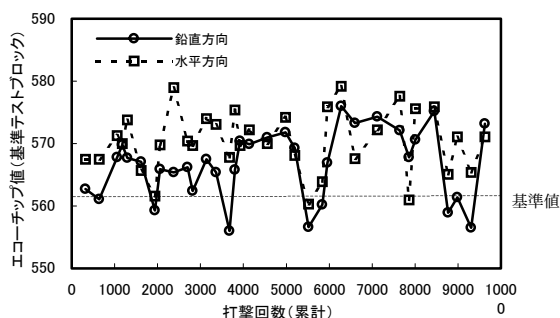


図-1 鉛直・水平方向のエコーチップ値と打撃回数との関係

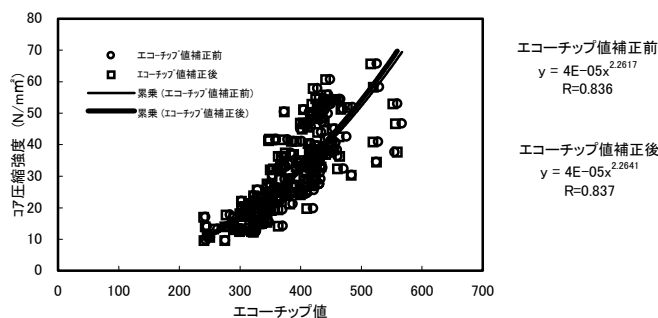


図-2 エコーチップ値とコア圧縮強度との関係

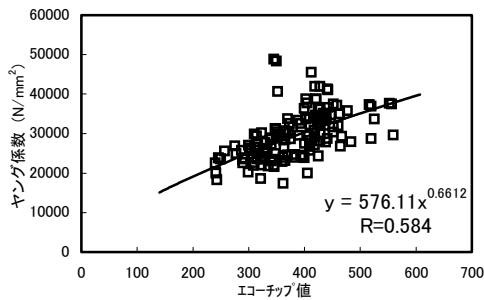


図-3 エコーチップ値とヤング係数との関係

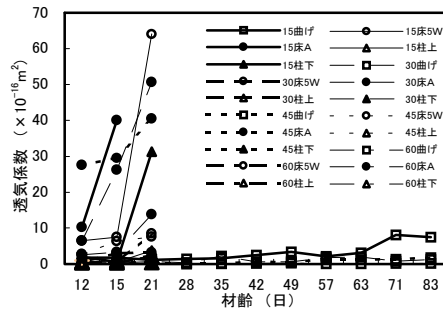


図-4 材齢と透気係数との関係

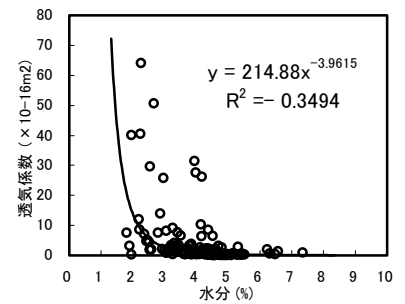


図-5 水分と透気係数との関係

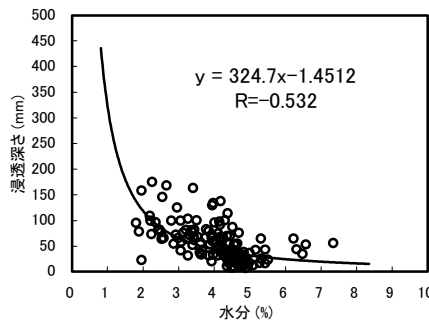


図-6 水分と浸透深さとの関係

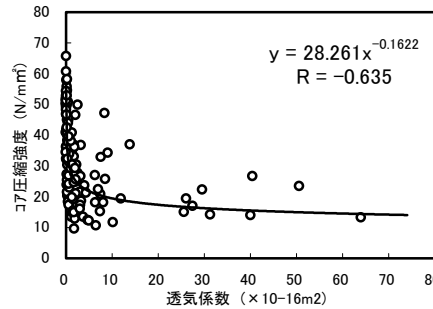


図-7 透気係数とコア圧縮強度との関係

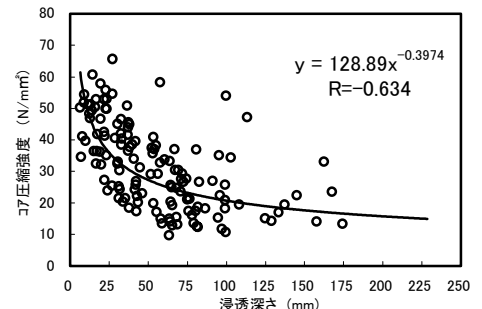


図-8 浸透深さとコア圧縮強度との関係

分) が小さくなるにつれて、透気係数、浸透深さが大きくなる傾向が認められる。コア圧縮強度と透気係数、浸透深さとの関係(図-7, 図-8 参照)は、透気係数、浸透深さが大きいほど空隙が多くなるため、コア圧縮強度が低下している。さらに、空隙が多く浸透深さが大きいコンクリートは、透過する気体が乾燥により水分の逸散した空隙を流れるため、中性化深さが大きくなる傾向が認められる(図-9 参照)。

コア圧縮強度 F_c (N/mm²), ヤング係数 E (N/mm²) とエコーチップ値 ECO , 透気係数 K (10⁻¹⁶m²), 浸透深さ L (mm), 水分 SU (%), 材齢 ZA (日) との関係をもとに、重回帰分析(変数増減法, $F_{in}=F_{out}=2.0$) で求め、(1)式(図-9 参照), (2)式が得られた(n : データ数, R : 重相関係数, 式の下段の()内は T 値)。

$$F_c = 10^{-3.9180} \cdot ECO^{2.2227} \cdot L^{-0.1573} \cdot ZA^{-0.0529} \quad (1)$$

(17.1) (-6.2) (-4.1)

($n=185$, $R=0.842$, $e_s=7.16$ N/mm²)

$$E = 10^{2.5140} \cdot ECO^{0.8440} \cdot ZA^{-0.0398} \cdot L^{-0.0509} \cdot SU^{-0.1167} \quad (2)$$

(8.5) (-3.6) (-2.5) (-1.8)

($n=185$, $R=0.639$, $e_s=4599$ N/mm²)

エコーチップ値、浸透深さ、材齢はコア圧縮強度との相関性が良く、ヤング係数との相関性も良い。

4. まとめ

構造物中のコンクリートの耐久性検査方法として、エコーチップ法およびトレント法による非破壊試験は、コンクリートの圧縮強度に加えて耐久性(ヤング係数、透気係数、浸透深さ、中性化深さ)が測定され、これらの試験法は、コンクリートの耐久性試験に実用されると判断される。

謝辞: 本研究は(社)九州建設弘済会「建設事業に関する研究開発」の助成を頂きました。深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 重松岳史・豊福俊泰・亀井頼隆: エコーチップ硬さ試験による構造物中のコンクリートの品質検査法に関する研究, 平成 13 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.A-572~A-573, 2002 年 3 月
- 2) 富基次・豊福俊泰・亀井頼隆: 透気性試験による構造物中のコンクリートの耐久性検査法に関する研究, 平成 13 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.A-574~A-575, 2002 年 3 月

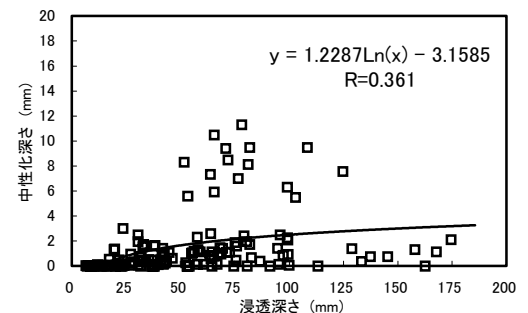


図-9 浸透深さと中性化深さとの関係

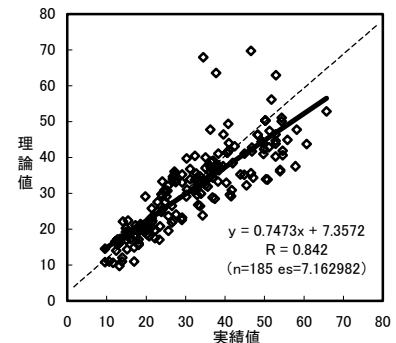


図-10 (1) 式の実績値と計算値