

エコーチップ法・トレント法・水分計法による構造物中のコンクリートの品質試験法

九州産業大学工学部 学生会員 ○ 塩屋 陽平
九州産業大学工学部 フェロー会員 豊福 俊泰

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、非破壊試験による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、トレント法、水分計法を用い、コンクリートの品質試験（圧縮強度、中性化深さ、透気係数）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 1 個採取して試験を行った。

エコーチップ法（写真-1 参照）¹⁾ は、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、試験面（コア採取箇所の表面）で 10 点測定した。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を測定し、これらの値を $y=ax$ 式で補正することによりこの機能を検証した。トレント法（写真-2 参照）²⁾ は、浸透係数と浸透深さを試験面で 1 点測定した。また、水分計法は、高周波容量式水分計（HI-500）で水分を試験面で 1 点測定した。

3. 試験結果と考察

エコーチップ値とコア圧縮強度との関係は、図-1 に示すように累乗式で求められ、反発度と同様に高度の相関性が認められる。角度補正機能については、補正前の方が補正後に比べ相関性が良くなっており、測定値の補正の必要はないことが検証された。

トレント法で求めた透気係数、浸透深さとコア圧縮強度との関係（図-2、図-3 参照）は、累乗式で求められ、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。水分計法で求めた水分とコア圧縮強度との関係（図-4 参照）は、同様に累乗式で求められ、水分が大きいほど水和反応が促進され、コア圧縮強度が増加している。また、水分と透気係数、浸透深さとの関係（図-5、図-6 参照）は、コンクリー

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22	63	3週		
普通30	52、54	4週		
普通40	37、38	5週		
普通45	38	6週		
普通50	31	7週		
普通60	30	8週		
		11週		
		1年		
		2年		
		3年		
		4年		



写真-1 エコーチップ法



写真-2 トレント法

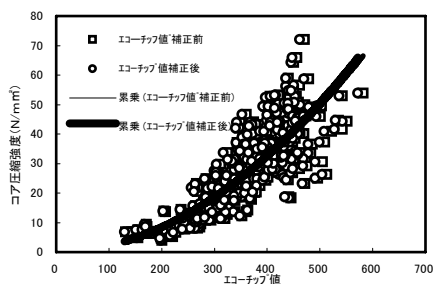


図-1 エコーチップ値とコア圧縮強度

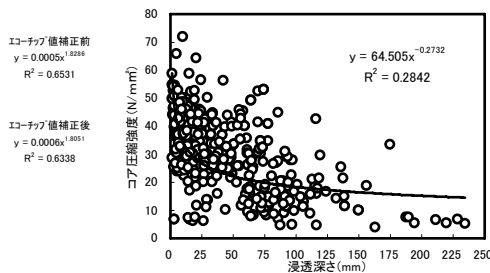


図-2 透気係数とコア圧縮強度

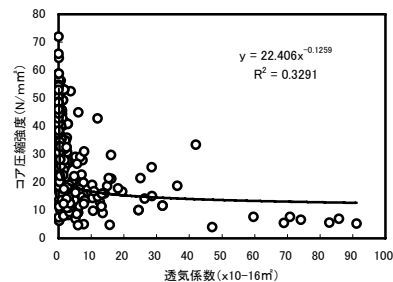


図-3 浸透深さとコア圧縮強度

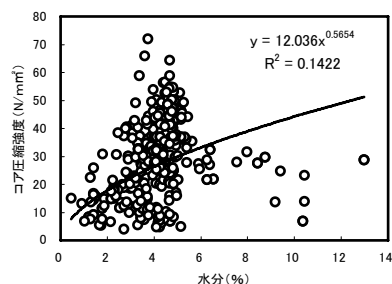


図-4 水分とコア圧縮強度

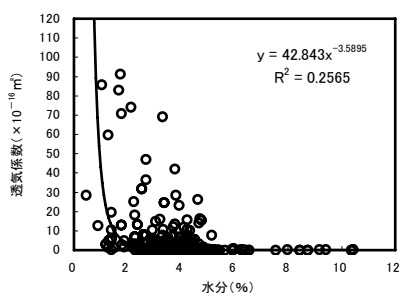


図-5 透気係数と水分

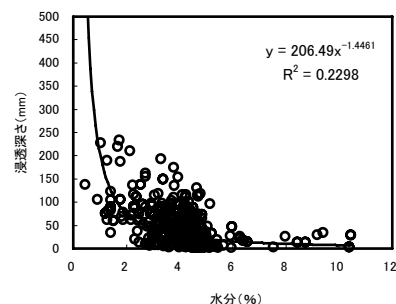


図-6 浸透深さと水分

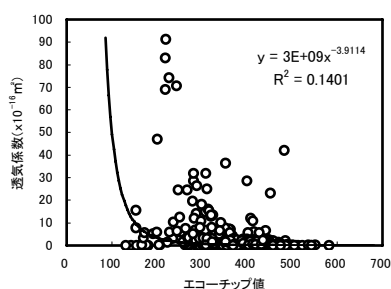


図-7 透気係数とエコーチップ値

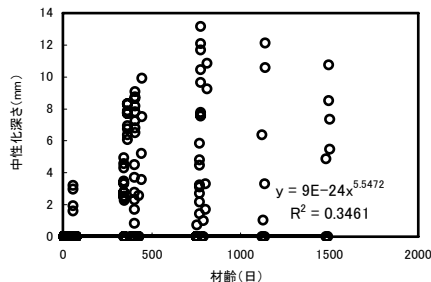


図-8 中性化深さと材齢

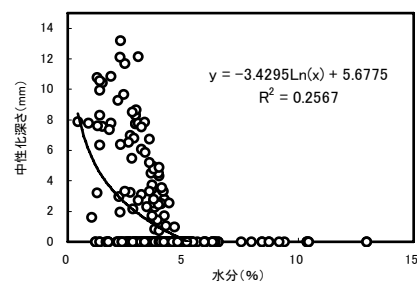


図-9 中性化深さと水分

トの空隙が多く含水率（水分）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。透気係数は、エコーチップ値が小さくなる（コア圧縮強度が小さくなる）につれて、大きくなっている（図-7 参照）。

中性化深さと材齢との関係（図-8 参照）は、材齢の経過とともに、低強度（普通 15）で養生条件が悪い（屋内空气中養生）ほど中性化深さが大きくなっている。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、図-10 参照）。

コア圧縮強度 F_c (N/mm^2)、中性化深さ TYU (mm) とエコーチップ値 ECO 、透気係数 K (10^{-16}m^2)、浸透深さ L (mm)、水分 SU (%), 材齢 ZA (日) との関係をも、重回帰分析（変数増減法, $F_{in}=F_{out}=2.0$ ）で求め、(1) 式（図-11 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)。

$$F_c = 10^{-3.342} \cdot ECO^{1.8282} \cdot K^{-0.0402} \cdot SU^{0.1793} \cdot ZA^{-0.0202} \quad (1)$$

(26.0) (-6.5) (4.1) (-1.9)

($n=375$, $R=0.834$, $e_s=7.45 \text{N/mm}^2$)

$$TYU = 10^{86.702} \cdot ZA^{39.1245} \cdot ECO^{-89.771} \cdot SU^{-29.895} \cdot L^{5.6072} \quad (2)$$

(13.8) (-4.9) (-2.6) (1.6)

($n=391$, $R=0.688$, $e_s=2.60 \text{mm}$)

エコーチップ値、水分、透気係数、材齢は、コア圧縮強度および中性化深さとの相関性が良い。

4. まとめ

構造物中のコンクリートの品質検査方法として、エコーチップ法、トレント法、水分計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透気係数、浸透深さ、中性化深さが推定され、実用されると判断される。

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

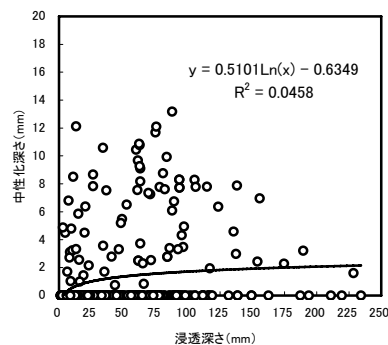


図-10 中性化深さと浸透深さ

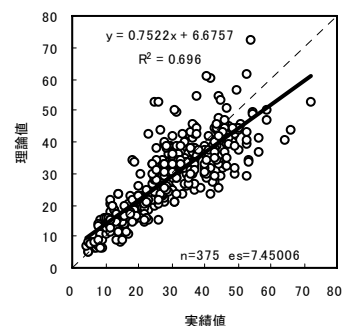


図-11 (1) 式の実績値と計算値