

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

九州産業大学工学部 学生会員 ○ 富 基次
九州産業大学工学部 正会員 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、Figg 法およびトレント法の透気性試験機を用い、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. 試験概要

本試験では、表-1に示すように、検査対象の構造物を円柱供試体(高さ20×Φ10cm)、曲げ供試体(高さ15×15×53cm(高さ15×15×60cm)、柱部材(高さ60×20×40cm、高さ120×20×50cm)、床部材(高さ20×60×50cm、高さ20×60×45cm、高さ20×20×60cm、高さ15×15×60cm)の4種類で、コンクリートとモルタルを打ち込み、養生条件を変化させた。

Figg 法は、供試体を穿孔し、ゴム栓したΦ10×45mmの穴に、手動の真空ポンプで空気を送り、-55kPaから-50kPaに減少するまでの時間を測定し、真空度が失われる時間から空気透過時間(秒)を測定する。トレント法は、図-1のように試験面で直接に、浸透係数 $K(10^{-16}m^2)$ と浸透深さ $L(mm)$ を測定した。

3. 試験結果と考察

(1) 部材の種類とコンクリートの品質

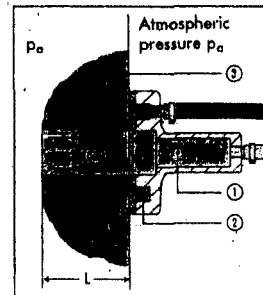
部材の種類と空気透過時間との関係を、図-2に示す。柱部材、床部材、曲げ供試体のいずれも、上面の各値が側面に比較して低下しており、明らかな傾向が認められる。これは、上面では、ブリーディングによる水分蒸発が生じ、しかも、表面が乾燥しても必ずしも内部まですぐに乾燥してしまうわけではないが、乾燥が進むと水和作用が阻害され、空気透過時間の増加は望めなくなる。コンクリート内部の乾燥は、コンクリート内部の空隙を通じた水蒸気の透過散逸によって徐々に進行するが、空気透過時間には、これらの傾向が表されているのではないかと考えられる。

(2) 空気透過時間、K値、L値とコンクリートの品質

コンクリートの透気係数は、空隙が多く、含水率が小さくなるにつれて大きくなる。これは、コンクリートを透過する気体が、乾燥により水分の逸散した空隙を流れるためである。圧縮強度と空気透過時間との関係は、図-3に示すとおりである。空気透過時間が増加するほどコンクリート内部の空隙が少なくなり、圧縮強度が増加している。

表-1 実験計画

コンクリートの種類	材齢	供試体の種類	養生方法	圧縮強度
普通15	3日	円柱供試体	水中	円柱供試体
普通20	7日		空気中	
普通28	8日			
普通30	14日	曲げ供試体	養生剤塗布65	
普通45	28日		養生剤塗布130	コア
普通48	40日	柱部材	湿潤養生1日	
普通49	48日		湿潤養生5日	
普通60	49日	床部材		
モルタル30	56日		屋外	
	365日			



①内チャンバー圧力 P_i $P_0=P_i$
②外チャンバー圧力 P_0
③外チャンバーへの空気の流れ
④内チャンバーへの空気の流れ
 L =真空の浸透深さ

図-1 トレント法(真空セルの2つのチャンバーへの空気の流れ)

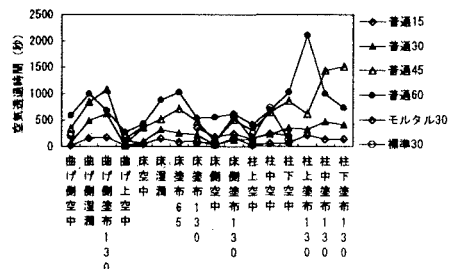


図-2 部材の種類と空気透過時間との関係(材齢28日)

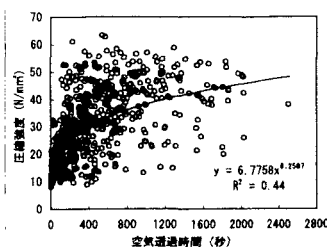


図-3 空気透過時間と圧縮強度との関係

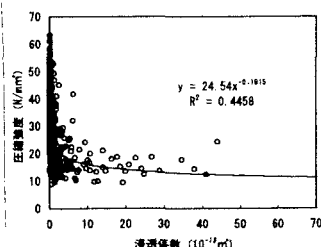


図-4 浸透係数と圧縮強度との関係

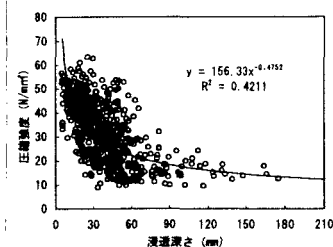


図-5 浸透深さと圧縮強度との関係

また、圧縮強度と浸透係数、浸透深さとの関係を、それぞれ図-4、図-5に示す。浸透係数、浸透深さが増加するとともに、圧縮強度が低下していることがわかる。これは、浸透係数、浸透深さが大きいほど空隙が多くなり、圧縮強度が小さくなるためである。

(3) 空気透過時間、浸透係数、浸透深さによるコンクリートの品質判定

これらの試験結果から、コンクリートの圧縮強度 F_c (N/mm²) と空気透過時間 P (秒)、浸透係数 K (10⁻¹⁶m²)、浸透深さ L (mm) および次の4項目との関係を、重回帰分析(変数増減法、 $F_{in}=F_{out}=2.0$)で求めた結果、それぞれ(1)式および図-6、(2)式および図-7、(3)式および図-8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)。

材齢 ZA (日)、養生条件 $Y0$ (1: 空气中、2: 65 塗布、3: 130 塗布、4: 湿潤、5: 水中)、供試体の種類 Kc (1: 床部材・曲げ供試体、2: 柱部材・円柱供試体)、測定場所 $S0$ (1: 上面、2: 側面上部、3: 側面中部、4: 側面下部、5: 下面)。

$$F_c = 10^{0.7557} \cdot P^{0.2553} \cdot S0^{0.0209} \cdot Y0^{-0.0132} \cdot ZA^{0.0002} \cdot Kc^{0.0209} \quad (1)$$

(23.7) (3.7) (-2.5) (3.1) (1.7)

($n=772$, $R=0.692$, $e_s=9.58$ 秒)

$$F_c = 10^{4.4108} \cdot K^{-0.2051} \cdot Y0^{-0.0388} \cdot ZA^{0.0002} \cdot S0^{0.0158} \quad (2)$$

(-25.3) (-8.0) (4.3) (3.2)

($n=691$, $R=0.724$, $e_s=9.22 \times 10^{-16} \text{m}^2$)

$$F_c = 10^{2.2852} \cdot L^{-0.5345} \cdot Y0^{-0.0349} \cdot ZA^{0.0002} \cdot S0^{0.0234} \quad (3)$$

(-24.5) (-7.2) (5.3) (4.7)

($n=691$, $R=0.713$, $e_s=9.78 \text{mm}$)

いずれも高度の相関が認められるが、浸透係数・浸透深さが小さく、空気透過時間が大きいほど、測定場所が下部ほど、材齢が経過するほど、圧縮強度が大きくなっている。トレント法は、試験値との相関性が良くっており、非破壊試験法として実用されよう。

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、Figg の方法およびトレント法による透気性試験は、コンクリート表面の品質が測定され、空気透過時間の増加、浸透係数、浸透深さの減少に伴い全体的に圧縮強度の増加も認められる。これらの試験法は、コンクリートの耐久性検査に適用されるものとみなされる。

参考文献

- 1) 杉功太郎・豊福俊泰・佐藤武夫: 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 12 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.A-578~A-579, 2001 年 3 月

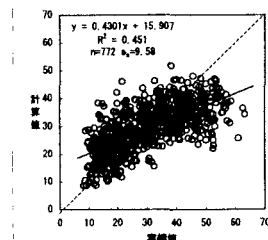


図-6 (1) 式の実績値と計算値

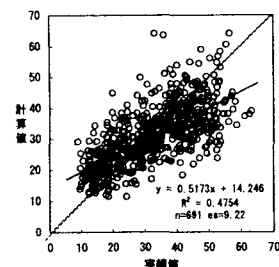


図-7 (2) 式の実績値と計算値

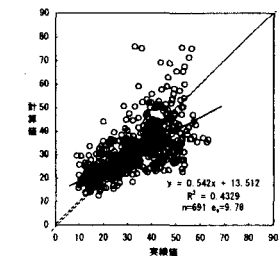


図-8 (3) 式の実績値と計算値