

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 ○ 杉 功太郎
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 佐藤 武夫

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、代表的な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結果について報告するものである。

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)、柱部材(高さ60×20×40cm)および床部材(高さ20×60×40cm)、大柱部材(高さ120×20×50cm)、小床部材(高さ15×15×60cm)、中床部材(高さ20×20×60cm)で代表させるものとし、4種類の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。

透気性試験は、Figgの方法により空気透過時間(秒)を測定した。試験方法は、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透気速度を求める。コンクリートの水分は、高周波容量式水分計で測定した。

3. 空気透過時間試験法による試験特性

(1) 部材の種類とコンクリートの品質

部材の種類と圧縮強度との関係は、空气中で養生したコンクリートの種類別に示すと、図-1のとおりである。圧縮強度は、コンクリート6種類のコア強度の平均値は、柱部材側面の場合、上部28.23N/mm²、中部30.50N/mm²、下部29.56N/mm²となっており、上部の方がやや強度が低くなっている。床部材上面の場合、コアの平均値が膜養生剤塗布面では25.44N/mm²、無塗布面では22.32N/mm²であり、後者の方が約12%低く、しかも柱部材より約25%低くなっている。

同様に、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、水分の蒸発が生じ、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

表-1 実験計画

コンクリートの種類	材齢 注1)	供試体の種類	養生方法	圧縮強度
普通15	7日	円柱供試体	水中	円柱供試体
		曲げ供試体		
普通30	14日	柱部材	養生剤塗布	コア
普通45		床部材		
普通60	28日	大柱部材	空気中	
モルタル-30	56日	中床部材		
標準-30		小床部材		

注1) 普通15: 材齢7日・16日・28日・57日・40日
普通30: 材齢7日・16日・28日・56日・40日
普通45: 材齢7日・16日・28日・55日・40日
普通60: 材齢7日・16日・28日・57日・39日
標準-30: 材齢7日・28日
モルタル-30: 7日・15日・28日・41日

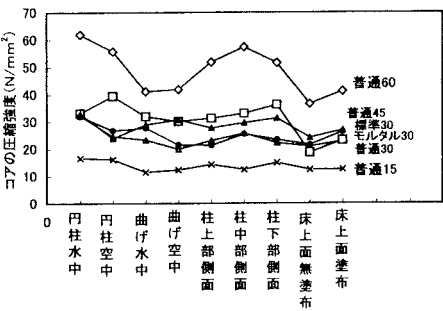


図-1 部材の種類と圧縮強度との関係(材齢28日)

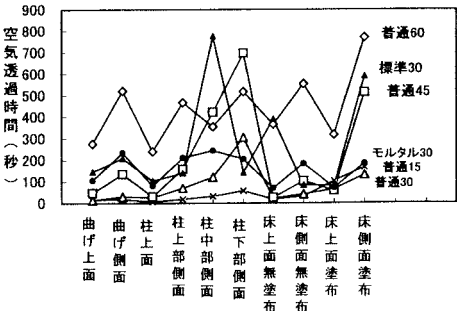


図-2 部材の種類と空気透過時間との関係(材齢28日)

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、空隙が少なく、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、コンクリート内部のすべての空隙を流れるのではなく、乾燥により水分の逸散した空隙を流れるためである。

空气中養生の曲げ供試体コアの圧縮強度と空気透過時間との材齢別の関係は、図-3に示すとおりである。圧縮強度が増加するほどコンクリート内部の空隙が少なくなるため、空気透過時間が増加していることがわかる。また、コンクリート表面の水分量と空気透過時間の関係を求め、材齢別に図-4に示す。水分量は、材齢7日の平均値4.88%、同14日4.06%、同28日3.85%、同56日3.10%となっており、材齢の経過につれて減少（乾燥）している。全体的には空気透過時間は、水分量の増加に伴い増加する傾向が認められ、材齢の初期ほど勾配が急になっている。すなわち、水分量が多いほど透過に要する時間は長くなり、強度が強いことが求められる。

また、圧縮強度と透水量（JIS A 1404）との関係を、図-5に示す。透水量の増加とともに、圧縮強度が低下していることがわかる。これは、コンクリートを通過する水分が乾燥により水分の散逸した空隙を流れるためである。この結果から透水量が大きくなることは、コンクリートの空隙率も大きくなり、圧縮強度の低下につながる事が説明される。

(3) 空気透過時間によるコンクリートの品質判定

図-6は、すべての部材・供試体の空気透過時間と圧縮強度との関係を、求めたものである。これらの試験結果から、圧縮強度 F_c (N/mm^2) と空気透過時間 P (秒)、材齢 ZA (日)、供試体の種類 Kc (1:曲げ供試体・床部材、2:柱部材) との関係は、重回帰分析の結果、(1)式で得られた(変数増減法、 $F_{in}=F_{out}=2.0$ 、データ数 $n=192$ 、重相関係数 $R=0.557$ 、式の下段の()内は T 値)。

$$F_c = 12.84 + 0.022572P + 0.15134ZA + 2.7553Kc \quad (1)$$

(8.3) (3.4) (1.9)

Figgの試験方法では、コンクリートの種類別等級が5段階に分けられ、時間(秒)0-30が貧弱、30-100がやや貧弱、100-300が普通、300-1000が良好、1000以上が優秀とされているが、圧縮強度との一応の相関性が認められた。

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の方法による透気性試験は、コンクリート表面の品質が空気透過時間(秒)によって測定され、この増加に伴い全体的に圧縮強度の増加も認められる。

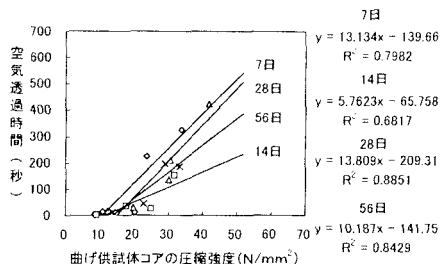


図-3 コアの圧縮強度と空気透過時間との関係

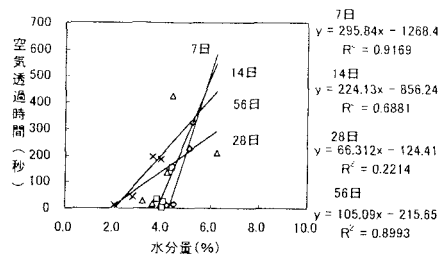


図-4 水分量と空気透過時間との関係

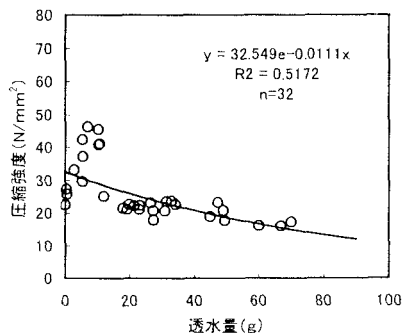


図-5 透水量と圧縮強度との関係

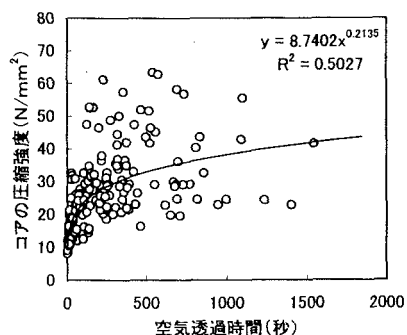


図-6 空気透過時間とコアの圧縮強度との関係