

# コンクリート構造物の品質評価のための表層透気試験の測定数についての検討

愛媛大学大学院 非会員 山川莉希

愛媛大学大学院 正会員 氏家勲 愛媛大学大学院 正会員 河合慶有

## 1. はじめに

コンクリートの表層品質には、種々の要因によりばらつきが生じ、表層品質の評価指標である透気係数にもばらつきがあることが報告されている。そのため、コンクリート部材内の透気係数のばらつきがどの程度かを知っておくことは、耐久性能評価に透気係数を適用する場合に重要である。そこで、本研究では、強度の違う供試体に対して透気試験とともに、圧縮強度試験及び超音波試験も併せて行い、コンクリート部材内での各試験の測定値のばらつきを調べ、透気係数のばらつきを考慮して品質評価を行うことができる測定数を把握することを目的とした。

## 2. 実験概要

### (1) 配合

表 1 に配合表を示す。セメントは普通ポルトランドセメントを用い、細骨材には、①（愛媛県東温市の砂岩砕砂，表乾密度：2.67g/cm<sup>3</sup>，粗粒率：2.80%），②（大分県津久見市の石灰砕砂，表乾密度：2.60g/cm<sup>3</sup>，粗粒率：2.80%），および③（福岡県玄海灘小呂島南西沖の海砂，表乾密度：2.64g/cm<sup>3</sup>，粗粒率：1.80%）の3種類を混合して使用した。また粗骨材は碎石（表乾密度：2.70g/cm<sup>3</sup>，粗粒率：6.60，最大寸法：20mm）を使用した。混和剤は AE 減水剤遅延形を使用した。

### (2) 試験方法

本研究では、図 1 に示した寸法 900×200×1050mm の供試体と呼び強度 18，24，30(N/mm<sup>2</sup>)毎に各 2 体ずつ作成した。透気試験はダブルチャンバー法とし、N 型シュミットハンマーを用いて圧縮強度試験及び超音波試験を行った。縦は 50mm 間隔で 17 点，横は端部のみ 50mm 空けてから 100mm 間隔で 8 点の測定点を取り，材齢 100～200 日で測定を行った。

## 3. 実験結果と考察

### (1) 圧縮強度試験及び超音波試験

本研究で得られた圧縮強度試験のデータ及び超音波試験のデータに正規性があるか検討した。スミルノグラフィクス検定で得られたデータから外れ値を除き，正規性があるのかを確認するために強度毎に正規確率プロットを作成した。図 2 及び図 3 に呼び強度 24 のプロットを示す。他の強度も同様に各強度の正規確率プロットが直線に近似していることから圧縮強度試験及び超音波試験は正規性があると言える。

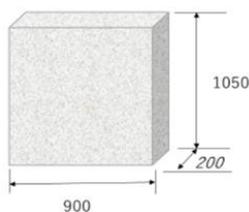


図 1 供試体概要図

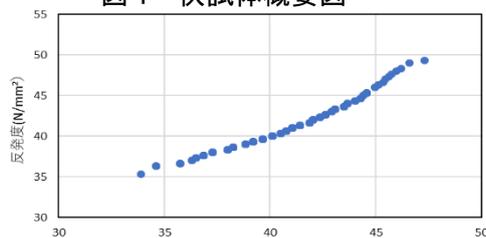


図 2 正規確率プロット（圧縮強度試験）

表 1 配合表

水セメント比 W/C(%)	単体量 kg/m <sup>3</sup>						混和剤 (g/cm <sup>3</sup> )
	水 W	セメント C	細骨材			粗骨材	
			①	②	③		
59.5	168	282	257	351	257	996	2.82

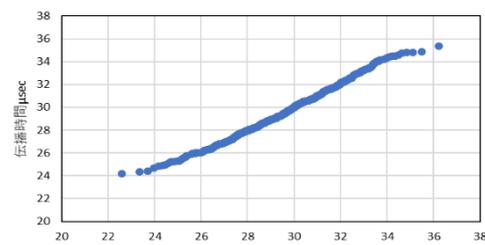


図 3 正規確率プロット（超音波試験）

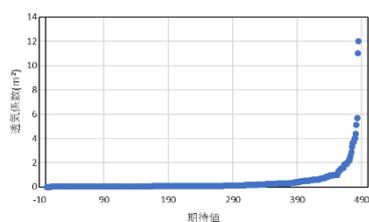


図4 正規確率プロット  
(透気係数)

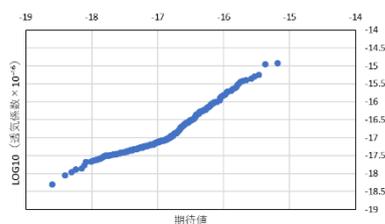


図5 正規確率プロット  
(対数)

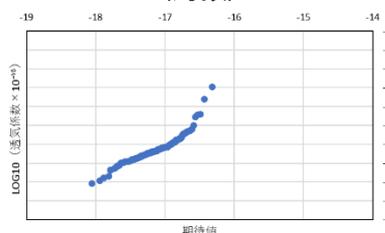
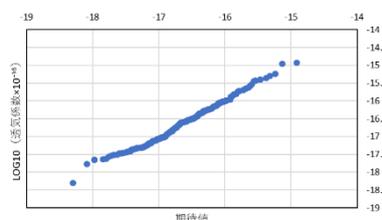


図7 左：上部，右：下部

## (2) 透気試験

圧縮強度試験と同様に、本研究で得られた透気試験のデータに正規性があるのかを検討した。正規性があるのかを確認するために強度毎に正規確率プロットを作成した。呼び強度24のプロットを図4に示す。図4から得られた透気係数では正規確率プロットの傾向の把握が困難であったため、対数を取った値を用いて正規確率プロットを作成した。図5に呼び強度24のプロットを示す。他の強度も図5のようになり、圧縮強度試験及び超音波試験のような正規確率プロットが直線になっておらず、直線が2つあるように見える。ここで、各供試体の上部(525~1050 mm)及び下部(0~525 mm)で分けた時の対数をとった透気係数の値の平均値、標準偏差について図6に示す。図6から、上部及び下部で明らかに違いが見られるため、供試体の上部及び下部で分けて正規確率プロットを作製した。図7に呼び強度24のプロットを示す。他の強度も図7のようになり、供試体の上部と下部で分けた場合と分けなかった場合を比較するとより直線的な分布を示している。よって、上部及び下部それぞれにおいて検討すると正規性があると考えられる。このことから、圧縮強度試験及び超音波試験とは異なり、透気試験では、上部と下部では品質が違っていると評価できることが確認できる。

次に、強度毎や上部及び下部で品質の違いを評価できるのかを検討するために平均の差の検定を行った結果、強度毎や上部及び下部で品質の違いを評価できることが確認できた。また、何箇所かの測定点を測れば信頼できる値が得られるかは、許容できる誤差が推定した母集団の標準偏差を下回った時のサンプルサイズの数になるため、本研究で得られたデータでサンプルサイズを検討すると4という結果になった。そこで、サンプルサイズが4の時にも強度毎や上部及び下部で品質の違いを評価できるかを平均の検定を行い、呼び強度30下部を母集団とすると品質の違いを評価でき、上部を母集団とすると品質の違いを評価できないという結果が得られた。また、呼び強度30下部のような強度が高く良質な箇所であれば約2倍程度の透気係数の差で品質が違っていると評価することができるが、呼び強度18の上部のような強度が低く良質でない箇所であれば10倍程度であっても品質が違っていると評価できないということが分かった。

## 4. まとめ

透気試験では、対数をとった値でなければ正規確率プロットを作成できず、上部及び下部で分けなければ正規性を確認できない。サンプルサイズが4の時に強度が高く良質な箇所であれば約2倍程度の透気係数の差で品質が違っていると評価することができる。しかし、強度が低く良質でない箇所であれば10倍程度であっても品質が違っていると評価できないため、正しく品質評価するためには測定数を増やす必要がある。

## 5. 参考文献

- 1) 稲垣宣生, 山根芳知, 吉田光雄 共著: 統計学入門, 裳華房, 2015

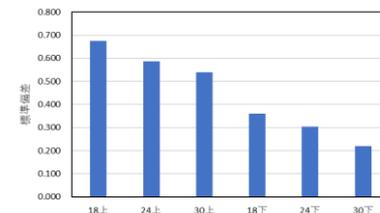
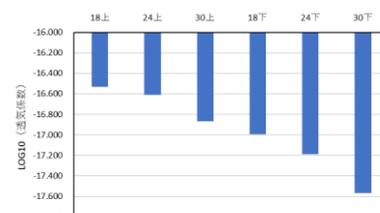


図6 上：各強度の平均値  
下：標準偏差