

空隙率と水セメント比がポーラスコンクリートの物性に及ぼす影響

徳島大学大学院 学生員 ○加地 貴
徳島大学工学部 正会員 小川洋二
徳島大学工学部 正会員 島 弘
徳島大学工学部 正会員 河野 清

1. はじめに

通常のコンクリートから細骨材を取り除いて、セメントペーストと粗骨材とからなるポーラスコンクリートは、透水性、透気性が優れているという特徴をもつ。この性質を利用して、雨水を浸透、排水する道路舗装や、水際を浄化するための水際構造物などにポーラスコンクリートが利用されてきている。¹⁾

本研究では、配合と物性との関係を明らかにすることを目的に、空隙率および水セメント比を変化させた場合の透水係数、圧縮強度、静弾性係数、動弾性係数、乾燥収縮について調査した。また、空隙率、透水係数、セメント空隙比、圧縮強度の関係より、ポーラスコンクリートの配合設計法を提案した。

2. 実験概要

(1) 使用材料及び配合

セメントは、早強ポルトランドセメントを使用した。骨材は、粒径を5～10mmに限定した粗骨材（徳島県阿波郡市場町産の硬質砂岩碎石）を使用した。コンクリートの配合は、表-1に示す。なお、透水試験においては、透水係数は空隙率に左右されると考えられるため、水セメント比を0.35の一定のもとで、空隙率を10%、20%、25%、35%、40%と変化させた。

表-1 コンクリートの配合

実験項目	W/C	空隙率 (%)	単位量 (kg/m³)		
			W	C	G
圧縮強度	0.35	35	53.6	153	1391
静弾性係数	0.35	25	106	303	1391
乾燥収縮	0.35	20	132	377	1391
動弾性係数	0.30	20	122	408	1391
(透水)	0.40	20	140	351	1391
透水	0.35	10	184	527	1391
	0.35	40	27.4	78.2	1391

(2) 供試体の作成と養生

試料は、締固め不足あるいは超過を避けるため、示方配合から計算した所定の重量をはかりとり、φ10×20cmの円柱型枠に2層で詰め、各層ごとに突き棒で数回突き固めて作製した。供試体は、24時間空中湿布養生後脱型し、20±3℃の水中養生を所定材令まで行った。

(3) 試験方法

透水試験は、土質の定水位透水試験法に準じて行った。静弾性係数試験は、圧縮強度試験時に供試体にコンプレッソメータを装着し、静的載荷によるひずみを測定した。この測定値より求めた応力-ひずみ曲線を、最大応力の1/3までにおいて、原点を通る直線に近似し、その直線の傾きを静弾性係数とした。動弾性係数試験は、JIS A 1127にしたがい、縦共振法による周波数を測定して動弾性係数を算出した。乾燥収縮試験は、コンタクトゲージ法にしたがい長さ変化率を算出した。

3. 実験結果と考察

空隙率と透水係数との関係は、図-1に示すように、空隙率が増大するとともに透水係数は指数関数的に増大していることが分かる。

セメント空隙比と圧縮強度との関係を図-2に示す。これより、圧縮強度はセメント空隙比の一次関数として表すことが可能であるといえる。また、本実験による供試体では、材令による強度増進性は顕著に現れなかった。ここで、セメント空隙比(C' / v)と水セメント比(W / C)、空隙率(V)との関係は次式で表すことができる。

$$\frac{C'}{v} = \frac{100 - A - V}{V + (W/C) \cdot (100 - A) \cdot B} \quad (1)$$

A: 骨材の実積率(%), B: セメントの比重

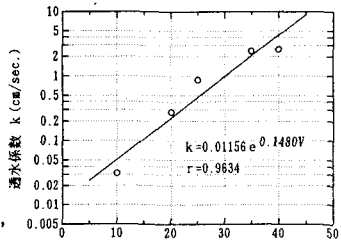


図-1 空隙率と透水係数との関係

空隙率一定での、水セメント比と圧縮強度との関係は、図-3に示すように、水セメント比が0.35から0.40に増大すると、圧縮強度は約2MPa減少した。しかし、水セメント比が0.30と0.35との差は顕著に現れなかった。この結果から、強度、施工時の材料分離、コンシステンシーを考慮すると、水セメント比0.35前後が最適な値であると考えられる。

水セメント比一定での、空隙率と圧縮強度との関係は、図-4に示すように相関関係が認められる。図中の曲線は、セメント空隙比と圧縮強度との関係より得られた近似式と、(1)式により得られた曲線である。

以上のそれぞれの関係を関連づけると、材令によるポーラスコンクリートの圧縮強度の増加は小さいという仮定のもとでは、透水係数と水セメント比を定めることにより、圧縮強度を決定することが可能となる。つまり、要求される透水係数と圧縮強度から水セメント比が数値として決まり、配合設計することができる。

圧縮強度と静弾性係数、動弾性係数との関係を図-5に示す。これより、水セメント比0.30~0.40、空隙率0.20~0.35の範囲においては、普通コンクリートと同様に圧縮強度と弾性係数との関係を指数式で表すことができる。またこの結果は、河野らの研究²³⁾と同様の傾向にあった。よって、本実験範囲のポーラスコンクリートにおいて、圧縮強度と動弾性係数の関係を用いて、非破壊試験による品質判定の目安とすることが可能であると考えられる。

材令と収縮変化率との関係を図-6に示す。同一水セメント比0.35において比較すると、空隙率と収縮変化率との間に、規則性は見られなかった。これは、単位水量、単位セメント量が増すと、つまり空隙率が小さく乾燥収縮が増大するという作用と、空隙率が大きい方が、乾燥収縮が促進されるという作用が同時に起こっていることが考えられる。同一空隙率20%での、水セメント比0.30と0.40とを比較すると材令28日において、わずかに水セメント比0.40の方が収縮変化率は大きくなった。これは、単位セメント量の影響よりも単位水量の影響の方が大きかったためであると考えられる。なお、水セメント比0.35は、試験日、試験条件が異なるので比較できなかった。

4. まとめ

本研究より、材令によって強度の増進がないと仮定すると、透水係数と水セメント比を定めることにより、圧縮強度が推測できるという、ポーラスコンクリートの配合設計法を提案した。また、今回の配合のコンクリートにおいても、圧縮強度と弾性係数との関係を指数式で表すことができた。乾燥収縮においては、さらに今後の調査が必要と考えられる。

【参考文献】

- 1) 玉井元治：連続空隙を有する固化体の透水性，セメント技術年報，Vol. 42，pp591~594，1988
- 2) 河野，木下，天羽，金澤：魚礁用超硬練りコンクリートに対する配合条件の影響，セメント・コンクリート論文集，No. 46，pp446~451，1992

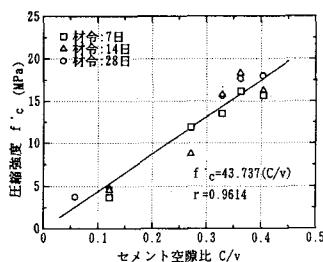


図-2 セメント空隙比と圧縮強度との関係

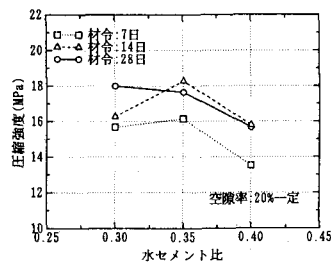


図-3 水セメント比と圧縮強度との関係

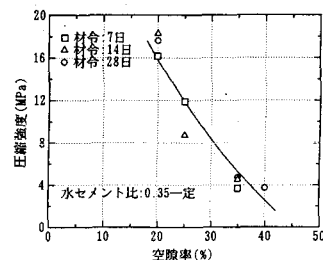


図-4 空隙率と圧縮強度との関係

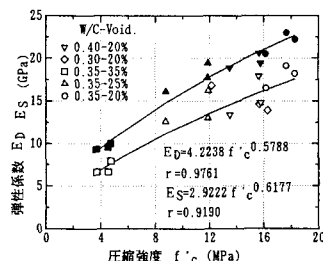


図-5 圧縮強度と弾性係数との関係

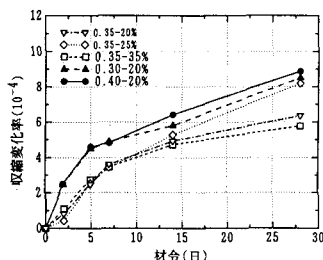


図-6 材令と収縮変化率との関係