

所要の空隙構造を有するポーラスコンクリートの配合設計方法とその性能

川崎市 正会員 ○田中浩輝 首都大学東京 学生会員 古屋貴之
首都大学東京 フェロー 國府勝郎 正会員 宇治公隆

1. はじめに

ポーラスコンクリートは主に舗装用として使用され、雨天走行時の安全性向上に加え、ヒートアイランド現象の抑制や、騒音の低減などの都市環境の改善に関する性能が期待されている。これらの性能は、空隙構造に支配されると考えられるが、所要の空隙構造を有するポーラスコンクリートの配合設計手法、ならびに空隙構造と性能との関係は明確になっていない。そこで、配合条件が空隙構造に与える影響を把握し、その性能について検討を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm³)を使用した。ポーラスコンクリートの粗骨材は表-1 の3種類を用い、細骨材は砂岩砕砂(密度:2.63g/cm³)を使用した。混和剤は高性能 AE 減水剤を使用した。

(2) ポーラスコンクリートの配合

締固め完了時の高さは、単位粗骨材かさ容積に支配され、粗骨材の最大寸法に応じて所要の成形性を得ることのできる値は、予備実験によって 0.95 とした。この値から粗骨材量および粗骨材粒子間空隙容積が決定されるので、設計空隙率を定めれば、モルタル量が定まる。強度を十分発揮し、モルタルの垂れを防ぐため W/C=20%とした。モルタルの組成を表す kp(ペースト容積／細骨材粒子間空隙容積)を仮定すると、各使用材料の量を決定することができる。配合条件を表-2 に示す。

(3) 供試体

示方配合の単位容積質量から供試体寸法φ10×15cm に相当する試料を計量し円柱形型枠に投入した。供試体の締固めは、上部に 3 kg の錘をのせ 4300rpm の振動台で 90 秒間振動させ、成形性を確認した。

3. 試験方法

試験項目を表-3 に示す。

(1) 空隙構造

供試体の全空隙率は、脱型時の供試体単位容積

質量の実測値と、配合から計算できる空隙なしの状態の単位容積質量から求めた。ポーラスコンクリートの性能を支配する連続空隙率は、図-1 の装置によって測定した。すなわち、水を注入すると、連続空隙以外の部分(粗骨材、モルタル、独立空隙)の体積に作用する浮力が秤量として表れ、水位変化量、秤量および所定の高さ分の注水量から連続空隙率の高さ方向の分布を計測できる。空隙径・空隙数は、石膏懸濁液に供試体を浸漬し空隙を充填して硬化させ、切断面の連続空隙の径および数を画像解析によって求めた。

(2) 性能

透水係数は定水位透水試験により計測し、水位差と水温から 15℃透水係数を求めた。強度は、供試体両端面を石膏でキャッピングし圧縮試験によって求め、供試体ごとに高さが異なるので補正を行った。

表-1 使用材料

	骨材種類	密度(g/cm ³)
粗骨材	13-5mm 砂岩碎石	2.64
	13-10mm 砂岩碎石	
	10-5mm 砂岩碎石	

表-2 配合条件

骨材種類	W/C	設計空隙率	単位粗(細)骨材容積	kp	混和剤
13-5mm	20%	15%	0.95	3.0	高性能 AE減水剤
13-10mm		20%		5.0	
10-5mm		25%		7.0	

表-3 コンクリート試験

試験目的	試験項目	試験方法
空隙構造	全空隙率	質量法
	連続空隙率	水位法
	空隙径	画像解析
	空隙数	
性能	透水係数	透水試験
	強度	圧縮試験

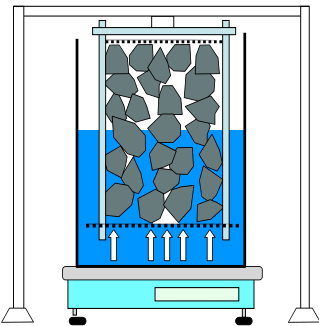


図-1 水位法概要図

キーワード ポーラスコンクリート、配合設計、空隙率、透水性、水位法

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京都市基盤環境コース TEL 0426-77-1111

4. 結果および考察

骨材種類を変えても概略の傾向は同様であったので、13-5mm の結果を代表として示す。

(1) 成形性

成形性の指標として、全空隙率(V)/設計空隙率(V 設)×100 (%) を用いた。100%に近いほど所要の成形性を有している。図-2 から、粗骨材種類による差はあまり見られず、kp=5, 7 では、100%からの誤差は10%以内であり、配合条件の粗骨材かさ容積を微調整すれば、所要の成形性が得られる。

(2) 空隙構造

空隙構造は、図-3 に示すように、粗骨材種類による差はあまり見られず、kp=5, 7 では全空隙率が増加すると、空隙径は大きくなるが空隙数は変わらず、kp=3 では安定性がない。図-4 は連続空隙率分布の一例であり、kp=3 および空隙率が小さい場合、ばらつきが大きくなる。連続空隙率は、粗骨材種類に関係なく全空隙率よりも5~2%程度小さく、全空隙率が増加するとその差が小さくなることが図-5 からわかる。

用いた配合設計では粗骨材かさ容積を一定としているので、粗骨材粒子間空隙数および空隙量もほぼ一定となり、モルタル量を少なくすることで空隙量が増加する。したがって、設計空隙率を大きくするとモルタル量が減少し、空隙径が大きくなり、独立空隙も形成されにくくなり、連続空隙分布は安定し、全空隙率と連続空隙率の差も小さくなる。また、kp=3 の場合は、モルタル中の細骨材量が多いので、粗骨材粒子間に細骨材が介在し、細骨材による小さな空隙が形成され、空隙性状が安定しない。

(3) 性能(透水係数・強度)

透水係数については、粗骨材種類による差はあまり見られず、連続空隙率が増加すると透水係数は増大する。透水性舗装の15℃透水係数の基準値0.01(cm/s)以上はほとんどの配合で満足した。また、図-6 に示す15℃透水係数は、水位法によって求めた断面ごとの連続空隙率の最小値に影響を受けている。

強度については、粗骨材種類による差はあまり見られず、全空隙率が小さく、kp が大きいほど強度は増大した。舗装用コンクリートの強度基準から、圧縮強度は少なくとも30(N/mm²)以上が必要と考えられ、基準を満たす配合条件は、設計空隙率は15%程度、kp≥5 とするとよい。

5. まとめ

(1) ポーラスコンクリートの配合設計は、十分な締固めを行ったときに所定の体積が得られるよう、成形性を考慮して、単位粗骨材かさ容積を定め、次に設計空隙率に基づいて計算するのがよい。

(2) 使用骨材を定めれば、空隙数は一定値となり、空隙径は設計空隙率に比例する。

(3) 実験結果から、強度および透水性の性能は、設計空隙率は15%でkp≥5 とするのが良好であった。

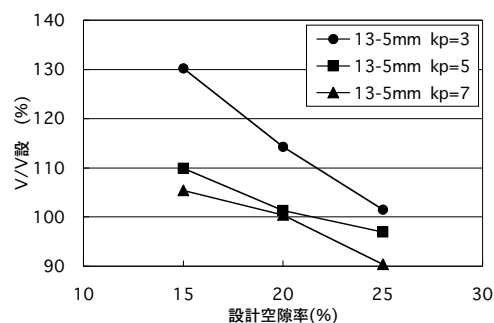


図-2 全空隙率と成形性

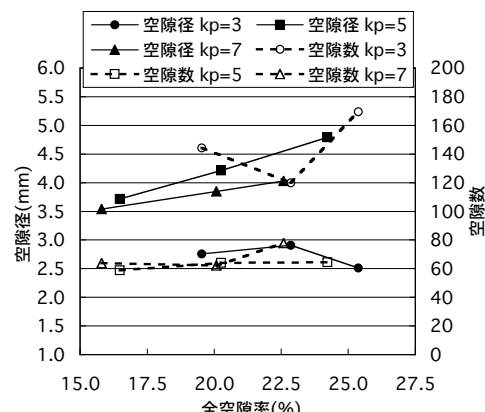


図-3 全空隙率と空隙径および空隙数

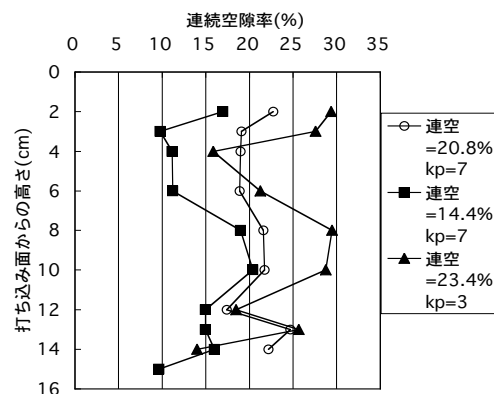


図-4 水位法による連続空隙率の分布

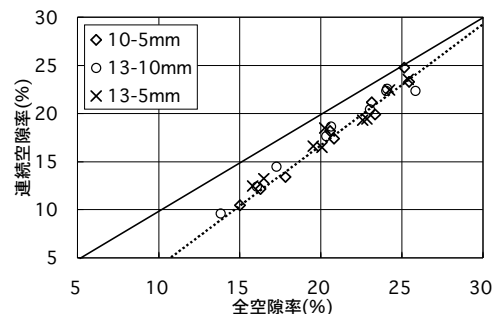


図-5 全空隙率と連続空隙率

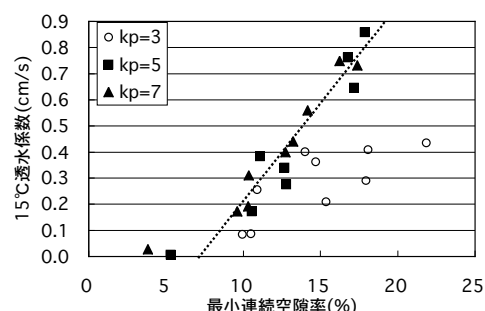


図-6 最小連続空隙率と15℃透水係数