

分割練りコンクリートの耐久性

石川島播磨重工業株 正会員 石井孝男
 石川島播磨重工業株 正会員 渡邊裕一
 リブコンエンジニアリング 正会員 門倉 智

1. はじめに

コンクリートの練混ぜ方法として、水を2度に分けて投入する分割練り方式がある。この方式で練り混ぜたコンクリートは、1度に全ての材料を同時に投入する従来（普通）コンクリートに比べ、ブリーディングが少なく、ポンプ圧送時の材料分離が少ないことが知られている。そこで分割練りコンクリートのブリーディング減少効果に着目し、透気係数、透水係数、塩化物拡散係数およびA E測定結果などについて従来コンクリートとの比較により分割練りコンクリートの耐久性を検討した。本報告は中間報告として、分割練りコンクリートの透気性試験と細孔径分布測定結果について報告する。

2. 分割練りコンクリートの製造方法

分割練りのフローを図1示す。分割練りは第1段階として練り混ぜ時のトルクが最大となる一次水と骨材、セメントにて骨材の周囲に低W/Cのペーストを付着（造殻）させる。1次水投入後の状態を図2に示す。練混ぜ時のトルクが最大となるように練混ぜた場合、骨材間隔は最小になる。このようにして練り混ぜコンクリートは、一括練りコンクリートよりブリーディング値を40%以上低減することから耐久性の向上を期待できる。

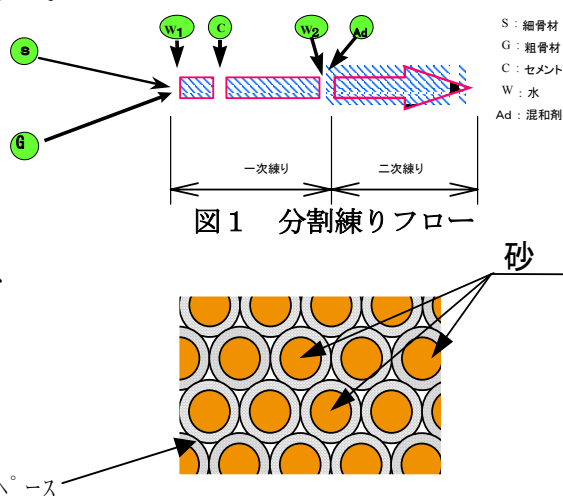


図2 一次練り後の状態

3. 試験概要

(1) 使用材料と配合

本試験のコンクリートは、実橋のRC床版工事中に採取したものである。本工事ではスランプ8cmの従来コンクリートでは圧送距離が長いと判断した箇所分割練りコンクリートを採用した。この時、現地で耐久性試験用の供試体を作製した。施工に使用したコンクリートの材料を表1に、表2に示方配合を示す。

(2) 透気性試験

1) 供試体

供試体は分割練り及び従来コンクリート共に作製した。形状はセメント協会が考案した上面の半径15cm、下面の半径14cm、高さ15cmの載頭円錐を用いた（図3）。

これらの供試体は透気試験前に絶乾(60日間)・気乾(室内で60日間)・湿潤(湿空中で60日間)状態に保持した。

表1 使用材料

種別	種類、物性
セメント	普通ポルトランドセメント 比重 3.16
細骨材	石灰砕砂: 砕砂: 陸砂 = 4: 4: 2 石灰砕砂(秩父郡横瀬町) 比重 2.660 FM 2.76 砕砂(西多摩郡松原村) 比重 2.657 FM 3.04 陸砂(千葉県佐原市) 比重 2.588 FM 1.80
粗骨材	2005砕石(西多摩郡松原村) 比重 2.650 FM 6.58
混和剤	AE減水剤(高変性ポリオールとグリニール誘導)

表2 示方配合

Gmax	スランプ	空気量	W/C	S/a	単位重量(kg/m³)						
					水	一次水	二次水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤
20	11±2.5	4±1.5	51.6	45	160	89.9	70.1	310	830	1019	0.78

キーワード 分割練り混ぜコンクリート、耐久性、透気性試験、細孔径分布測定試験

連絡先 東京都江東区豊洲2-1-1 東京エンジニアリングセンター別館

石川島播磨重工業(株) 橋梁事業部 TEL 03-3534-3193、FAX03-3534-3220

2) 透気試験方法

透気試験装置を図4に示す。コンプレッサーで圧縮した空気（0.5Mpa）を供試体の上面に作用させ、供試体中を透過した空気をメスシリンダーで採取した。透気係数(K)の算定は、ダルシー式を基本としたセメント協会式で算定した。

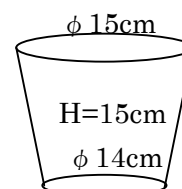


図3 透気試験供試体

(3) 細孔径分布測定試験

1) 試料

細孔径分布測定に用いた試料は、φ10cm×20の円柱供試体の中央付近からモルタルを採取し、2.5～5mmに粒度調整した後、14日間乾燥させた。

2) 試験方法

細孔径分布測定は日本コンクリート工学協会「コンクリートの試験・分析マニュアル」に示された水銀圧入法で行った。

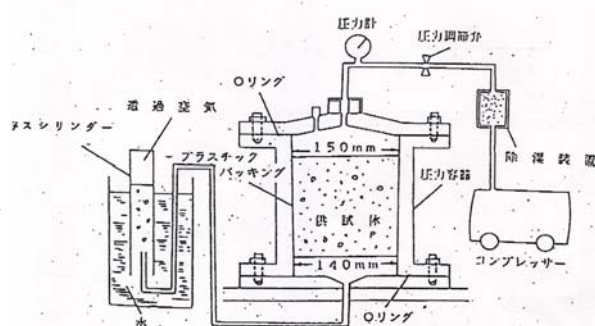


図4 透気試験装置

3. 試験結果と考察

(1) 透気性試験結果

透気性試験結果を表3に示す。この試験はブリーディングが透気係数に及ぼす影響を把握するために行ったものであるが、本試験の結果の範囲では、練り混ぜ方法による差は表れなかった。分割練りコンクリートは従来（一括投入）コンクリートよりブリーディングが少なくなることから、粗骨材界面に生じるブリーディングも減少するため、透気係数の差はより大きくなるものと考えていた。

表3 透気性試験結果

種別	No.	厚さ (cm)	面積 (cm ²)	透気量 (ml/S)	各 値	平 均
分割練り	1	15.04	164.67	0.0232	1.493E-06	1.360E-06
	2	15.14	164.67	0.0196	1.270E-06	
	3	15.02	164.67	0.0205	1.318E-06	
従来練り	1	15.11	164.44	0.0287	1.859E-06	1.693E-06
	2	15.03	164.44	0.0256	1.707E-06	
	3	15.02	164.44	0.0235	1.513E-06	

しかし結果は予想に反し、差は小さいものとなった。この理由は以下の2つのことが考えられる。①本供試体のように高さが低い場合は、従来練りでもブリーディングは少ない。②ブリーディングが生じても必ずしも透気係数に影響するような連続空隙にはならない。以上の理由を確認する方法としては、載荷後の供試体で透気試験を行うことが考えられる。粗骨材界面にブリーディングによる空隙が生じていれば、載荷により連続空隙へ進展し透気係数は大きくなるものと思われる。載荷によっても透気係数が今回と同程度あれば、ブリーディング自体生じていないものと判断できる。

(2) 細孔径分布測定結果

表4 細孔径分布測定結果

二酸化炭素などの劣化因子の透過度合いを示す細孔径分布測定結果を表4に示す。

試料名		総細孔容積 (×0.01ml/g)	比表面積(m ² /g)		平均径(μm)		中心径(μm)		
分割練り	①	7.26	7.16	15.9179	15.6129	0.0091	0.0092	0.0337	0.0352
	②	7.06		15.3079		0.0092	0.0366		
従来練り	①	7.7	7.63	16.5510	16.4759	0.0093	0.0093	0.0501	0.0536
	②	7.57		16.4007		0.0092	0.0571		

総細孔容積を分割練りと従来練りで比較した結果、その差は $4.7 \times 10^{-3} \text{ ml/g}$ と小さく明確な差は表れなかった。このことから水を2分割に投入する分割練りコンクリートは、モルタル部分の緻密化までは期待できないものと考えられる。

4. まとめ

- 1) 透気係数とブリーディングの関係を明確にするためには、載荷した供試体で透気試験を行う必要がある。
- 2) ブリーディングを減少する分割練り混ぜにしても、細孔容積は減少しないことがわかった。