コンクリート工学年次論文報告集, Vol.14, No.1, 1992

論 文

[1168] 透水性型枠用シートの物性（ポアサイズ）と転用性に関する実験的研究

正会員○岡田行雄（大林組土木技術本部）
正会員　平田隆祥（大林組技術研究所）
正会員　上垣義明（大林組土木技術本部）
正会員　原田　暁（大林組土木技術本部）

1. はじめに

コンクリート品質の向上技術として、コンクリート表面部の水密性、緻密性向上を目的とした透水性型枠工法がある。当工法は、コンクリート表面部の余剰水や気泡を透水性シートを通して型枠外部に排出することにより、コンクリートの品質向上を図るとともに、コンクリート表面部のあばたの減少を図り美観を向上させることを目的としており、コンクリート表面部の改良や美観を求められる構造物などへの採用が増加している。

一方、人手不足により型枠シートを貼り替えることなく多数使用することが望まれている。本報はシートのポアサイズが多数転用後のコンクリートに与える影響を求めた実験を行った結果について報告する。

2. 実験概要

実験は以下の２つのシリーズに分け、各々についてシートの透水量とポアサイズを測定した。ポアサイズとは物質（粒子）がシートを通過できる孔径であり、シート自体の開口径とは異なる。

①基礎実験・・・・ブレーン値3190cm²/gの普通ポルトランドセメントを用いた場合の４種類の透水性シートの品質変化およびコンクリート品質の評価を行った。

②転用実験・・・・ブレーン値3610cm²/gの低発熱型セメントを用い、基礎実験で用いた代表的なシート３種類を４回使用したシートの品質変化およびコンクリートの品質を評価した。

表－１　シートの特徴

試料	シートの材質	透水量 (cc/m²/sec)	ﾎﾟｱｻｲｽﾞ (μm)	使用シート 基礎実験	使用シート 転用実験
合板	塗装合板（ＪＡＳ　１種 12mm）			○	○
A	表－織布 裏－不織布	9	51	○	○
B	表－織布 裏－不織布	7	32	○	
C	表－織布 裏－不織布	4	9	○	○
D	表－有孔ﾌｨﾙﾑ 裏－不織布	7	19	○	○

2.1　使用シートとコンクリートの配合

使用シートの特徴を表－１に示す。実験に用いたシートは全て２層シートであり、シートＡ～Ｃは表側（コンクリート側）に織布、裏側（型枠側）に不織布を用い、シートＤは表側に有孔フィルム、裏側に不織布を用いているものを使用した。シートＤはポアサイズではシートＢ、Ｃの中間的性質を、透水量ではシートＢと同等の品質を有している。

実験で用いたコンクリートの配合を表－２に、コンクリートの使用材料を表－３に示す。

表－２　コンクリートの配合

シリーズ	呼び強度	Gmax (mm)	ｽﾗﾝﾌﾟ (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³) W	C	S	G	石粉	Ad
基礎実験	240(28d)	25	12	4	60	44.6	160	267	833	1060	--	2.78
転用実験	240(91d)	40	11	4	56	37.5	145	260	690	1200	30	3.19

表－３　使用材料

基礎実験	セメント	普通ﾎﾟﾙﾄﾗﾝﾄﾞｾﾒﾝﾄ(比重3.16,ﾌﾞﾚｰﾝ値3190cm²/g)
	細骨材	荒川:佐原＝75:25(比重2.61,FM2.80)
	粗骨材	荒川:名栗＝50:50(比重2.67,FM6.80)
	混和剤	ﾋﾄﾞﾛｷｼ系複合体天然樹脂酸塩
転用実験	セメント	低発熱型ｾﾒﾝﾄ(中庸熱ﾎﾟﾙﾄﾗﾝﾄﾞｸﾘﾝｶｰ40%, ﾌﾗｲｱｯｼｭ20%, 高炉ｽﾗｸﾞ粉末40%(ﾌﾞﾚｰﾝ値3500cm²/g))
	細骨材	多和産砕砂:手島沖海砂=60:40(比重2.58,FM2.84)
	粗骨材	加茂産安山岩砕石(比重2.64,FM7.11)
	石粉	石灰石粉（ﾌﾞﾚｰﾝ値3500cm²/g･･･炭酸ｶﾙｼｳﾑ)
	混和剤	変性ﾘｸﾞﾆﾝ,ｱﾙｷﾙｱﾘﾙｽﾙﾎﾝ酸および活性持続ﾎﾟﾘﾏｰの複合物

２．２　試験項目と試験方法

表－４に試験項目と方法を示す。基礎実験は600×600×1800の供試体の向かい合った２面を、転用実験は1,800×1,800×850の供試体の４面を用いた。

表－４　試験項目と試験方法

試験名	試験方法
脱水量	透水性シートによる型枠下部からの排出水を測定
表面硬度	硬化ｺﾝｸﾘｰﾄのﾃｽﾄﾊﾝﾏｰ強度の試験方法(案)　(JSCE-1990)
表面あばた	コンクリート表面のあばた発生面積の比率を画像処理装置により測定
シートの付着力	コンクリートに付着しているシートに幅５cmの切れ目を入れシート剥離時に要する強度をデジタル式引張り試験機で測定
シートの目詰り量	使用後のシート質量を風乾状態にて測定し、使用前のシートとの質量差でセメントの目詰り量を表す
透水量	JIS A1218（シートの物性)
ポアサイズ	ASTM F316（シートの物性）　バブルポイント法によりシート孔から抜ける液体圧力と流量からシートの孔径を算出
電顕写真	ポラロイドによる電子顕微鏡写真（×５０）

３．実験結果および考察

３．１　基礎実験

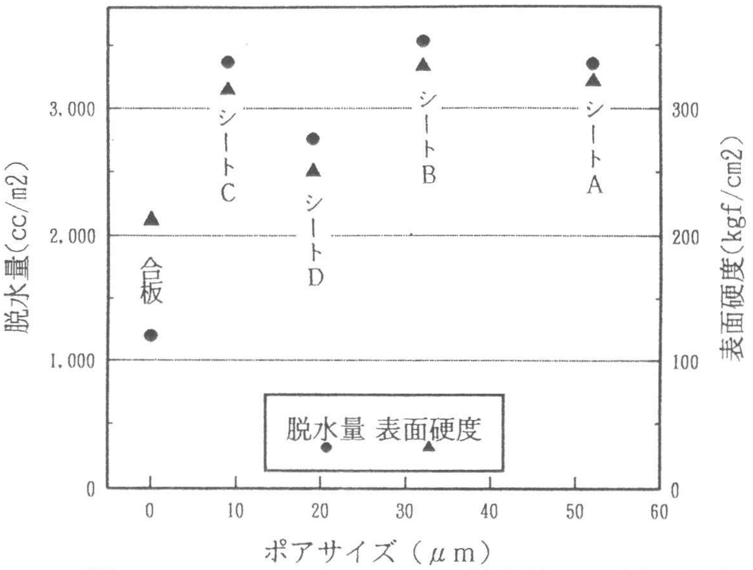
基礎実験結果を図－１～４に示す。

図－１に示すようにポアサイズ10～50μｍ程度の透水性シートを用いることでコンクリート表面部が改善される。即ち、脱水量は合板の２～３倍、表面硬度は材令２８日で約1.2～1.6倍となり、シート間で効果に大差はない。

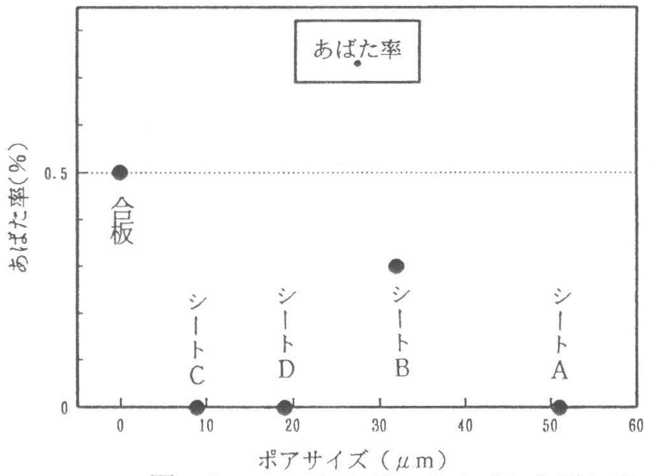
一方、表面あばたは合板型枠で0.5%であったのに対して、透水性型枠を用いることで大幅に小さくなるが（図－２）、シートＢではその軽減効果が小さく、あばた率は0.3%であった。ポアサイズ20～30μｍ付近に表面あばた発生の変曲点があるように思える。

同じ傾向はシートの目詰りにもあらわれている。即ち、目詰り量はシートのポアサイズに比例して大きくなる（図－３）。また、セメント粒子がシートを通過する確率も同様となった。すなわち、型枠脱型後のシートとせき板の間のセメント粒子の堆積状況を確認すると、シートＡ、Ｂはせき板上にセメント粉体が付着し、シートＣ、Ｄではせき板上のセメント粉体付着が確認されなかった。

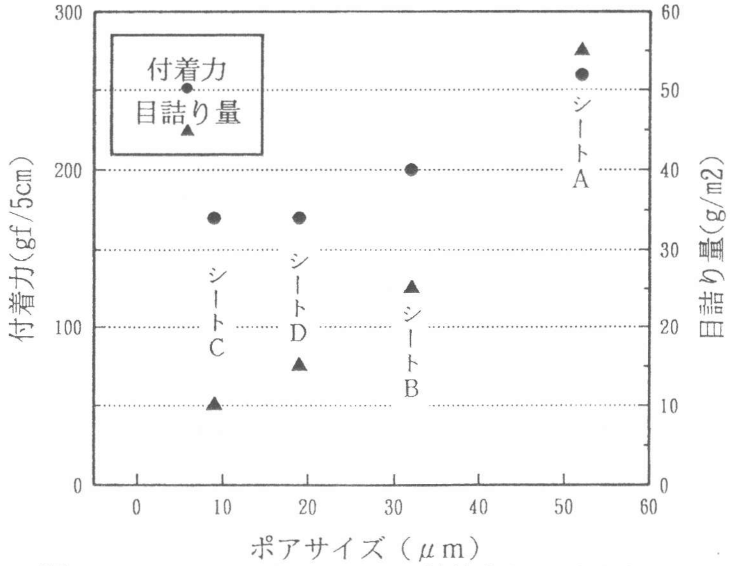
シートの付着力はＡが260gf/5cmと最も大きく、次にシートＢが200gf/5cmで、シートＣ、Ｄは200gf/5cmで同じであった。シートの目詰り量と付着力との間には比例関係があり、かつシ



図－１　シートのポアサイズと脱水量および表面硬度



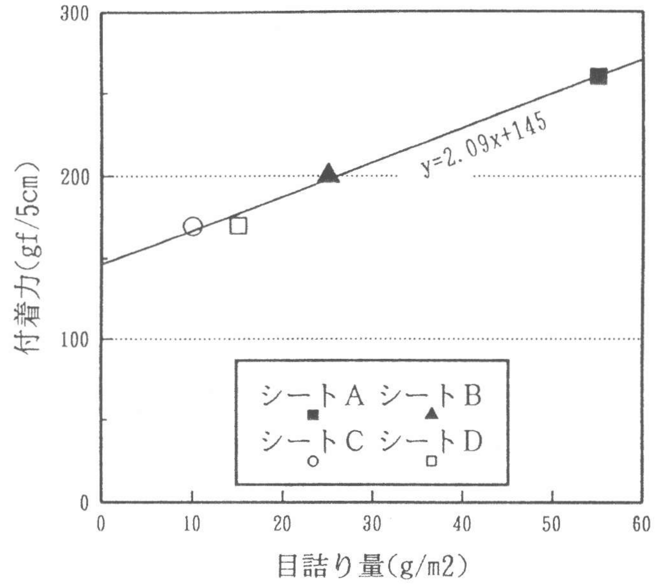
図－２　シートのポアサイズとあばた率



図－３　シートのポアサイズと付着力および目詰り量

ートの種類、材質にかかわらず同一直線に乗るようである。つまり、ポアサイズが小さいとシートの目詰りが減少しシートを剥し易くなり、シートのポアサイズが大きいと目詰り量が多くなりシートを剥しにくいと言える。

以上より、普通ポルトランドセメントを用いたシートの初回使用時にはシートの通気量やポアサイズは脱水量や表面硬度にほとんど影響を及ぼさなかった。しかし、ポアサイズはシート背面のセメント付着状況、シートの目詰り量、およびシートの付着力に影響を及ぼすことがわかり、多数回転用時のシート目詰りの影響が懸念された。



図－４　シートの目詰り量と付着力

３．２　転用実験

転用実験では、基礎実験でシート背面のセメント粉体の目詰りが多いシート１種類（シートＡ）、目詰りが少ないシート２種類（シートＣ、Ｄ）を用いた。

転用実験結果を表－５、図－５～７に示す。

表－５　転用実験結果

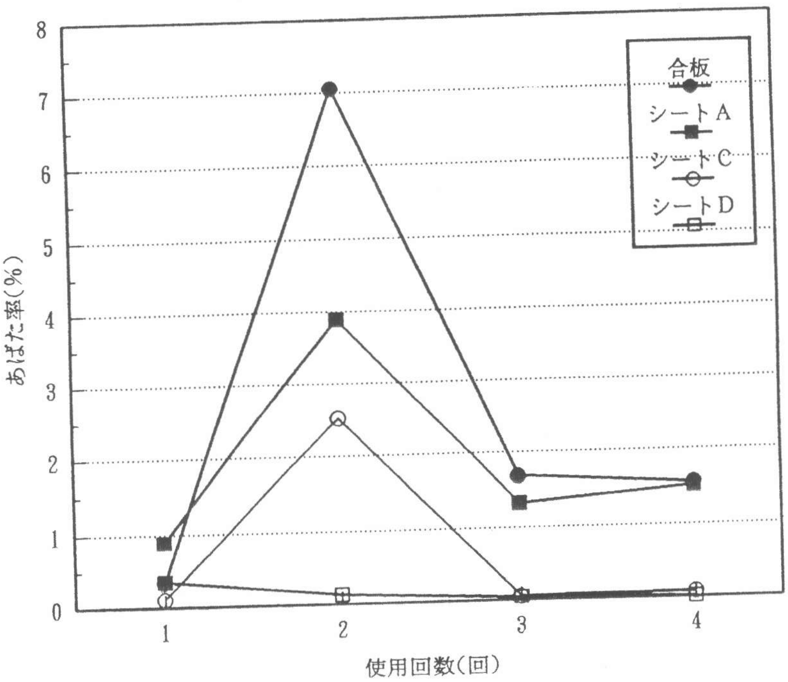
使用回数	合板		シートA		シートC		シートD	
	脱水量 (cc/m²)	表面硬度 (kgf/cm²)	脱水量 (cc/m²)	表面硬度 (kgf/cm²)	脱水量 (cc/m²)	表面硬度 (kgf/cm²)	脱水量 (cc/m²)	表面硬度 (kgf/cm²)
1	461	154	1,432	261	2,948	229	2,301	211
2	181	205	784	274	1,546	305	1,336	257
3	261	210	1,635	284	1,613	322	2,193	294
4	245	205	996	314	2,478	311	1,561	275

シートの使用回数が増加するに伴いシートが目詰りし、脱水量が減少しコンクリート表面改良の程度が小さくなると考えられたが、表－５の結果においてはいずれの透水性シートも、脱水量、表面硬度では転用に伴う品質の低下は明確ではない。一方、あばた率は図－５に示すように一回目はシート間の差異は少ないものの、使用回数が多くなるにつれ、合板、シートＡとシートＢ、Ｃの２群に分かれる傾向を示す。

図－６、７より、４回使用後のシートはシートＡのポアサイズが52μmから28μmへ、シートＤが19μmから17μmへ、シートＣのそれは9μmで変化しなかった。したがってポアサイズは、大きな値のシートは大幅に減少し、小さな値のシートは変化が少なかった。これらの現象はシートがセメント粉体により目詰りした結果発生すると考えられた。

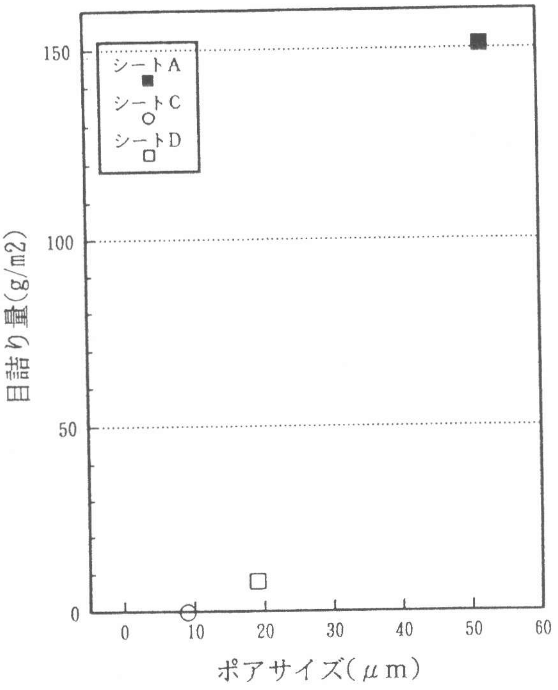
つまり、ポアサイズの大きなシートはセメントペーストがシート内に入り、そのセメントペーストが成長し、シート表面にセメントペーストが付着し、コンクリート表面にあばたが発生したと考えられる。したがって、ポアサイズを小さくするとシートに付着するセメント粉体量が少なくなり、表面あばたが減少すると考えられた。

セメントの付着状況を写真－１、２に示す。

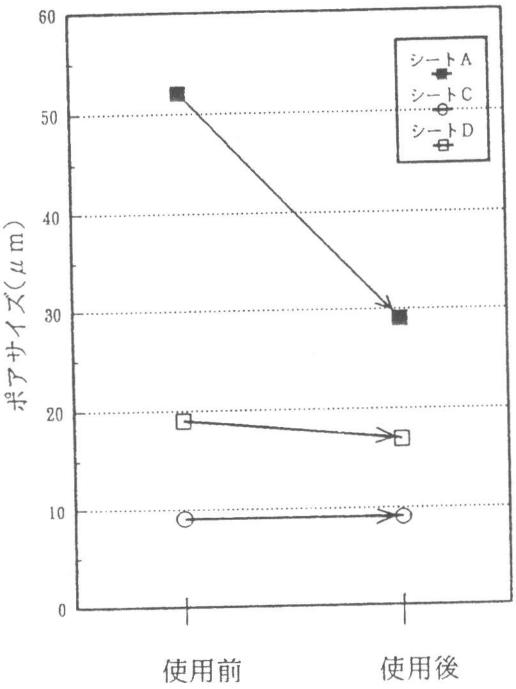


図－５　シートの使用回数とあばた率

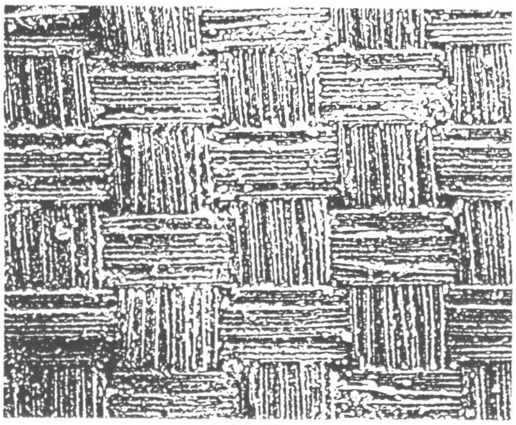
以上より、転用性に優れたシートに望まれるのは、セメント粉体粒径程度以下のポアサイズのシートが好ましいと考えられる。本報では割愛したが、シートＣを用いてシートを８回まで使用した実験結果でも、表面硬度、表面あばたは使用回数にに影響されることのないことが確認されている。



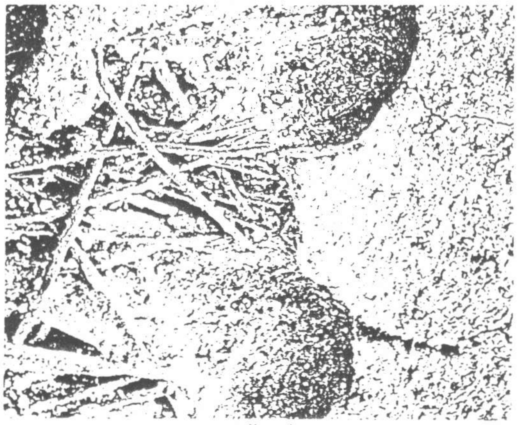
図－６　シート４回使用後の
ポアサイズと目詰り量



図－７　シート４回使用後の
シートのポアサイズの変化

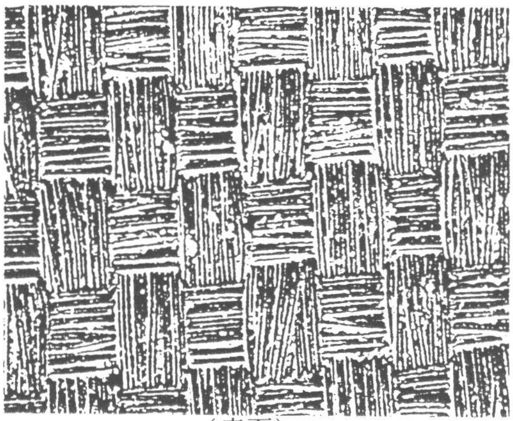


（表面）

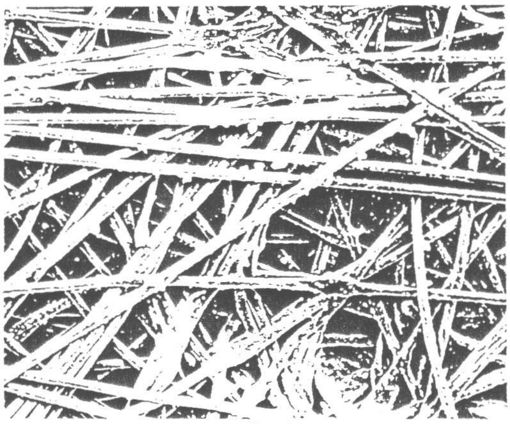


（背面）

写真－１　４回使用後セメントの付着状況（シートＡ）
（背面の付着大）



（表面）



（背面）

写真－２　４回使用後セメントの付着状況（シートＣ）
（背面の付着小）

４．まとめ

シートのポアサイズと転用に伴うコンクリートの表面性状の関係を実験的に調査した結果、

① シートの初回使用時には、シート間の差異は少ない。

② 転用が増すにつれ、ポアサイズの大きいシートは目詰りが増大するが、数十μｍ以下のシートでは目詰りは殆んど増えない。。

③ あばた率は数十μｍ以下と以上で異なった傾向を示す。あばた対策上はポサイズが数μｍ以下が望ましい。

④ 脱水量、表面硬度は一見ポアサイズの影響が少ないように見える。これはシートの目詰りが局所的で脱水量に大きな影響を与えなかったこと、表面硬度試験があばた部を含んでいないことによるものであろう。即ち、転用に伴う改善効果の低減はポアサイズの大きいものでのみ認められ、かつその場合もあばた部以外は改善効果があるものと期待できる。