

論文 透水性型枠の転用性能に関する研究

石原誠一郎*¹, 立松和彦*¹

要旨：本研究は、不織布および高密度織物の異なる2種類の透水性シートを用いた透水性型枠について、それぞれ5回の転用実験を行い、透水性型枠の脱水性能およびコンクリート表面の品質改善効果の、転用による変化を述べたものである。その結果、今回実験を行った2種類の透水性シートは透水性型枠として4~5回の転用が可能であることが確認された。

キーワード：透水性型枠、耐久性、転用、脱水、余剰水

1. はじめに

コンクリートの耐久性向上技術の一つとして透水性型枠が世に出て、かなりの時間が経過しているが、必ずしも一般的に広く適用されるにおよんでいない。この工法を積極的に普及させるには、透水性型枠に使用する透水性シートの安定した転用性能の確保が必要であると思われる。

透水性型枠による耐久性向上についてはすでに多くの論文が発表されているが、その転用性能についての報告はまだ十分になされているとは言いがたい [1,4]。筆者らは転用施工した透水性型枠によるコンクリートの性状について既に報告しているが [2]、本研究ではさらに研究を進め、使用する透水性シートの種類により透水性型枠の転用性能がどのように異なるかを検証するために、製造法の異なる2種類の透水性シートを用いた透水性型枠をそれぞれ5回転用（打設回数6回）して、各透水性型枠の脱水性能やコンクリート表面の品質改善効果について比較検討を行った結果についてのべる。

2. 実験概要

2. 1 透水性シートの構造

本実験に用いた2種類の透水性シートの構造モデルを図-1に示す。1つはポリプロピレン製の不織布の表面を熱処理し、微細な穴をもつ不織布によるフィルター層を形成している。さらに、シートの裏面に型枠への貼り付けが容易なように粘着剤をストライプ状に塗布した構造となっている。

(以下、透水性シート A と略記する。また、透水性シート A を用いた型枠を透水性型枠 A と略記する。) なお、この透水性シートは文献 [1, 2] に用いたものに改良を加えたもので透水性シートの構造は同じである。もう一つはポリエステル繊維を高密度で平織りし、

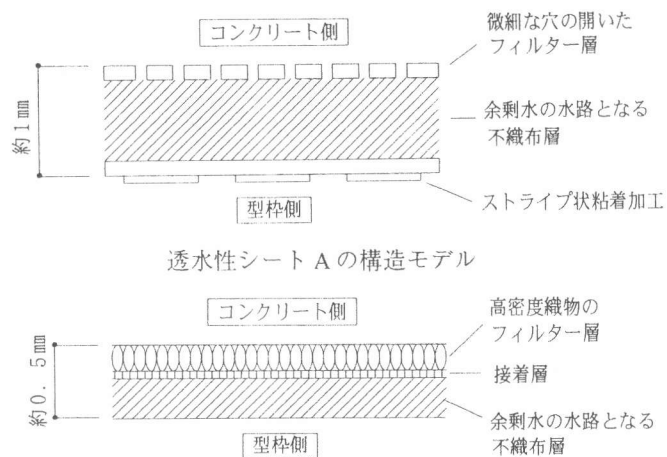


図-1 透水性シートの構造

* 1 (株)浅沼組 技術研究所 (正会員)

コンクリートからの離型性を高めるため、その表面を熱圧着処理した織布によりフィルター層を形成している。そして裏面に不織布の透水層を設けた構造となっている。(以下、透水性シート B と略記する。また、透水性シート B を用いた型枠を透水性型枠 B と略記する。) なお、透水性シート B はホッチキスまたは釘で型枠に張り付ける。

2. 2 コンクリートの配合

コンクリートは、呼び強度 21、スランプ 8cm のレディーミクストの普通コンクリートを用いた。配合を表-1 に示す。

2. 3 試験体

試験体の寸法は幅 900×厚さ 600×高さ 1500mm である。図-2 に示すように、1 体の試験体の各面を透水性型枠面 A,B および合板型枠面にそれぞれ使用した。型枠には厚さ 12mm の塗装合板を用い、その表面に透水性シート A, B をはりつけた。なお、合板型枠面は塗装合板をそのまま用いた。

2. 4 コンクリート打設、脱型

コンクリート打設は打込み高さを 50cm として 3 層に分け、図-2 に示す位置で各 5 秒ずつ高周波棒形パイプレータで締固めた。脱型は材令 7 日に行った。

2. 5 試験項目および試験方法

表-2 に試験項目および試験方法を示す。コンクリートの打設回数 1,3,4,6 回目に中性化試験用のコアを採取した。図-3 にコア供試体の採取位置と各試験測定位置を示す。

3. 試験結果

3. 1 脱水量

図-4 に転用にともなう脱水量の変化を示す。図から各打設回とも透水性型枠 A に比べ B の方が脱水量が大きいことがわかる。ただ、いずれの透水性型枠とも転用により脱水量のバラツキが見られるが、この原因として脱水量と指定スランプ (8cm) に対する実測スランプの変動に着目し図-5 に示す。透水性型枠 B については実測スランプの変動と脱水量に相関関係が認められたが、透水性型枠 A ではスランプの低い範囲では相関が認められたが、スランプ

表-1 コンクリートの配合

セメント種類	Gmax (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (kg/m ³)
				セメント	水	細骨材	粗骨材	
普通	20	60	45.5	275	165	826	1031	0.688

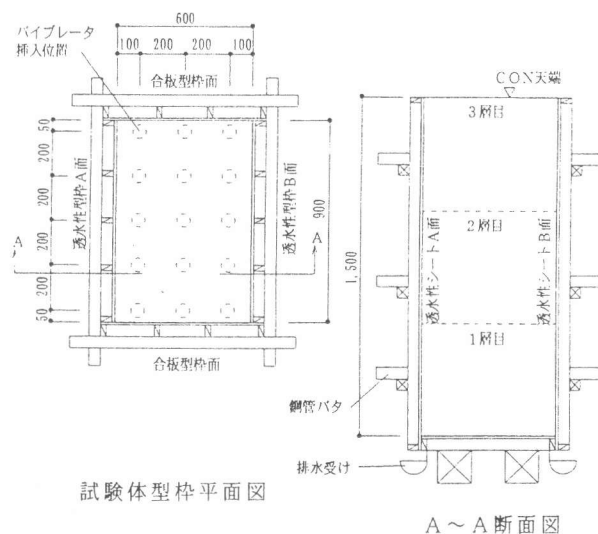


図-2 試験体型枠図

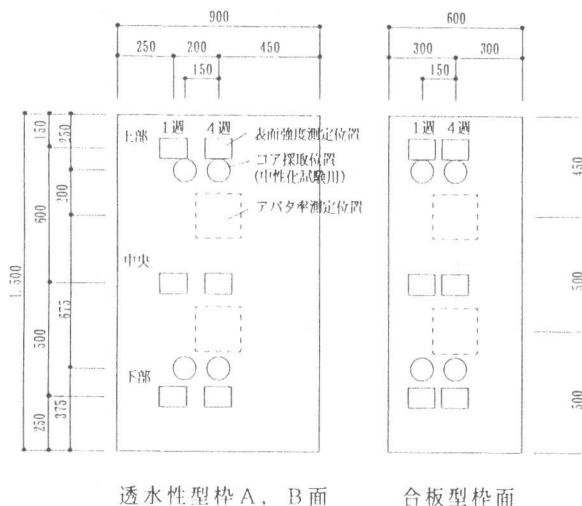


図-3 コア採取位置および試験測定位置

表-2 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法	備考
脱水量	試験体下部の排水受けに排出された水の量を計測	
アバタ率	アバタ率=アバタ面積 / (20cm×20cm)	図-3参照
表面強度	シュミットハンマー試験 (NR型) F=1.3×R ₀ -1.84 (R ₀ は反発度)	試験材令 7日, 28日
中性化深さ	20℃, 60%RH, CO ₂ 濃度5%, 促進材令3ヶ月	φ10cm×10cm
透水性シートの通気量	JIS L 1096法による	

が 8cm を超える範囲では相関は認められなくなりました。指定スランプに対して打設されたコンクリートのスランプが小さい場合に脱水量が減少するのは、生コンプラントのコンクリート製造過程で骨材の表面水率の変動などの何らかの原因で、コンクリート中の単位水量が減少し、その結果、余剰水も減少し脱水量の減少を引き起こしたと考えられる。

3. 2 アバタ率と透水性シートの通気量

図-6 に転用によるアバタ率の変化を示す。また、透水性シートの通気量の変化を表-3 に示す。透水性シート A は打設 6 回後も通気量が新品時と変わらず、安定した通気性能を保持している。それは、転用してもアバタ率が安定して低い値を示していることからもうかがえる。一方、透水性シート B は打設 6 回後の通気量が新品時に比べ半減しているが、透水性シート A よりも高い通気量を保持している。にもかかわらず、打設 5 回目頃からアバタ率が上昇している。これは脱気されないためではなく、打設 5 回目頃から細かい薄皮状のコンクリート片がシート B の表面の一部に付着し、その結果、コンクリート表面に細かいアバタが見られるようになり、アバタ率の上昇をもたらした。

3. 3 表面強度

打設回数 1,6 回目の材令 28 日におけるシュミットハンマー試験による表面強度の推定値の測定高さによる変化を図-7 に示す。

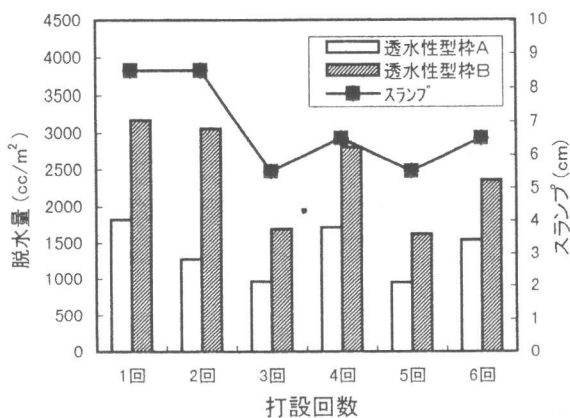


図-4 転用による脱水量の変化

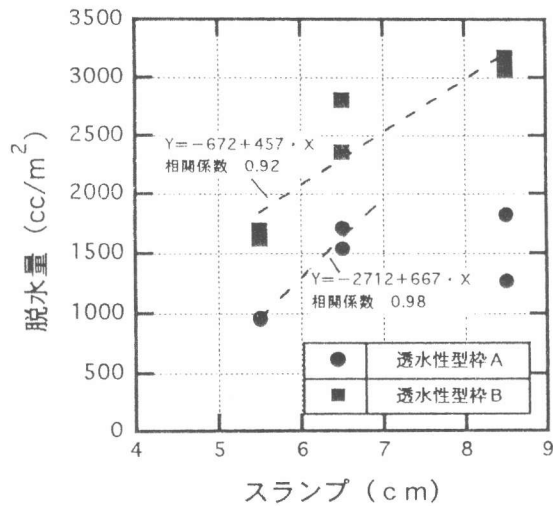


図-5 スランプの変動と脱水量の関係

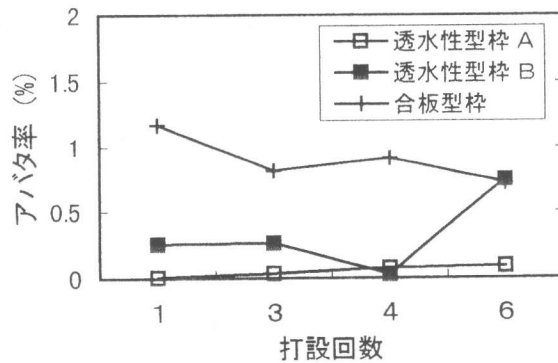


図-6 転用によるアバタ率の変化

表-3 透水性シートの通気量の変化

	新品時	6回打設後
透水性シート A	0.20	0.25
透水性シート B	0.75	0.36

単位：cc/cm²/sec

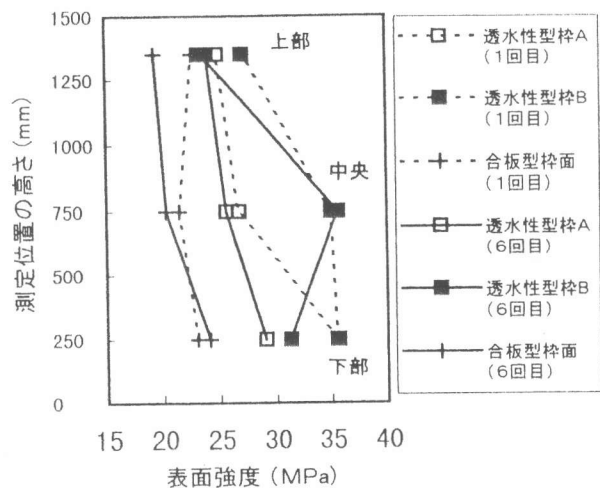


図-7 表面強度推定値の測定高さによる変化

透水性型枠を用いた場合、多少のバラツキは見られるものの、試験体の下部ほど表面強度が増加している。

転用による表面強度の変化および各回の材令 28 日のコンクリート圧縮強度（標準養生）を図-8 に示す。なお、ここでの表面強度とは前述の上部、中央、下部の表面強度の平均値を採用している。図-9 に、透水性型枠面の合板型枠面に対する表面強度の比（材令 7 日, 28 日）の変化を示す。図-8 より特に打設 3 回目の表面強度が他の打設時に比べて高くなっている。これは転用による脱水量の変化の影響から考えると、脱水量の少ない打設 3 回目（図-4 参照）において表面強度が上昇している事は矛盾しているように思われる。しかし、図-9 から打設 1 回目から 6 回目までの透水性型枠面と合板型枠面との表面強度比を見る限り、透水性型枠 A, B とも転用による変化は少なく、ほぼ一定の表面強度比を保持している。この事から打設 3 回目の表面強度の上昇は、打設されたコンクリートの圧縮強度が他の打設時よりも高かった事によると考えられる。さらに透水性型枠 B の方が A に比べ表面強度比が高いのは透水性型枠 B が A に比べ相対的に脱水性能が高い事によると考えられる。また、透水性型枠 A, B とも表面強度比から見ると転用の影響が少ない事がわかる。

3. 4 中性化深さ

図-10 に転用にとまう促進中性化深さの

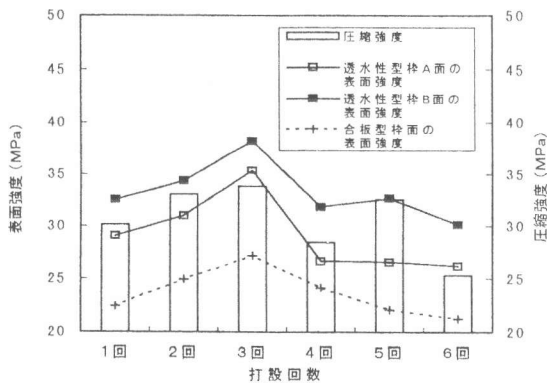


図-8 転用による表面強度の変化

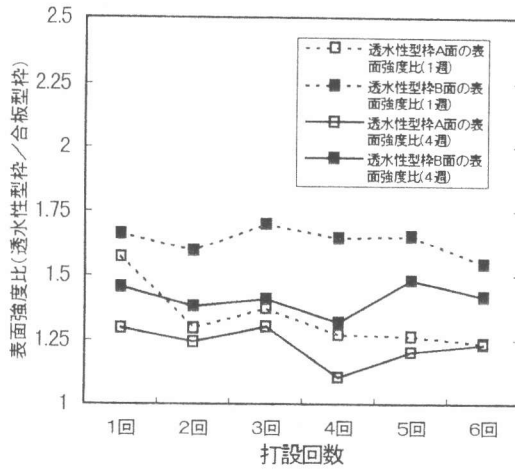


図-9 転用による表面強度比の変化

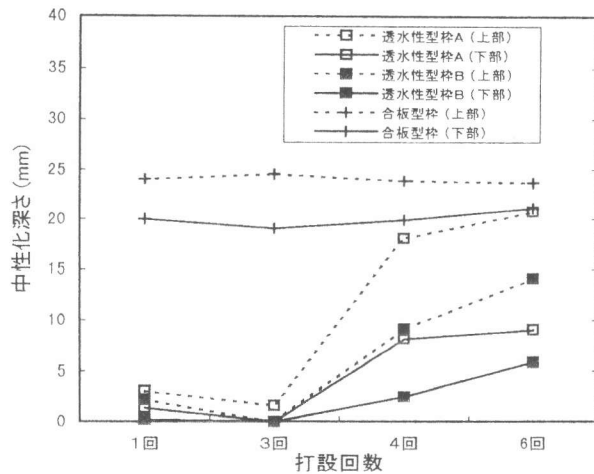


図-10 転用による中性化深さの変化

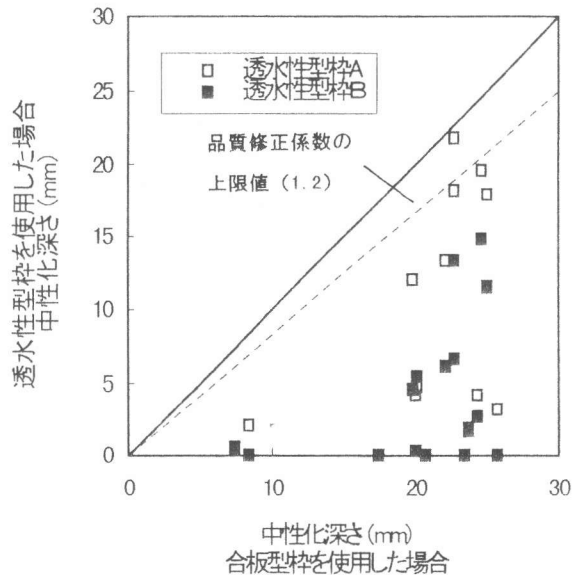


図-11 透水性型枠面と合板型枠面の中性化深さの関係

変化を示す。また、図-11 に透水性型枠面
 の中性化深さと合板型枠面
 の中性化深さの
 関係を示す。図-10 より打設 4 回目からの
 供試体に透水性型枠 A,B とも中性化の進行
 が見られた。一方、図-11 に示すように
 (社)日本コンクリート工学協会の「鉄筋コ
 ンクリート構造物の耐久性設計に関する考
 え方」[3] に述べられている劣化深さを算
 出する際に使われる「特殊型枠を用いる場合
 の品質修正係数」の上限値(1.2)と比較す
 ると、透水性型枠 A の打設 6 回目の試験体
 上部の供試体に一部それを下回るものが見
 られた。

図-12 に表面強度と中性化深さの関係を示す
 他の文献でも述べられているように
 [4]、中性化深さと表面強度には、一定の

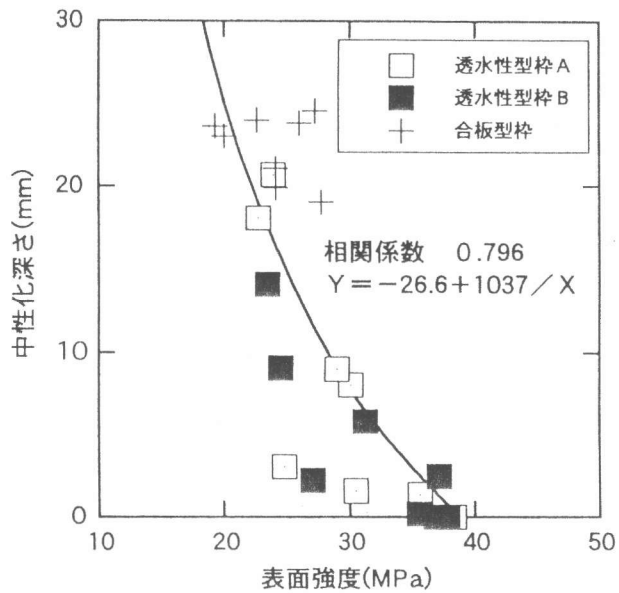
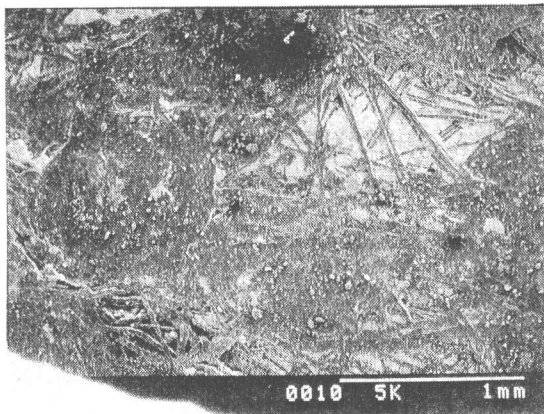
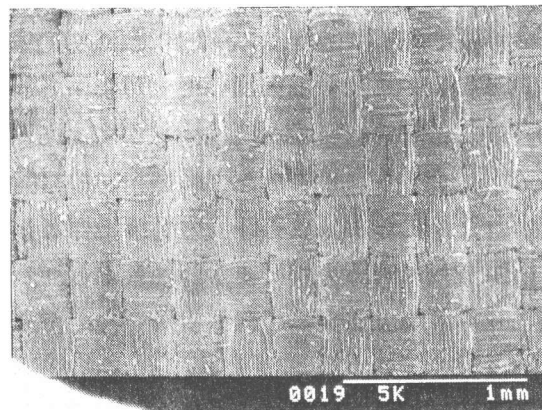


図-12 表面強度と中性化深さの関係

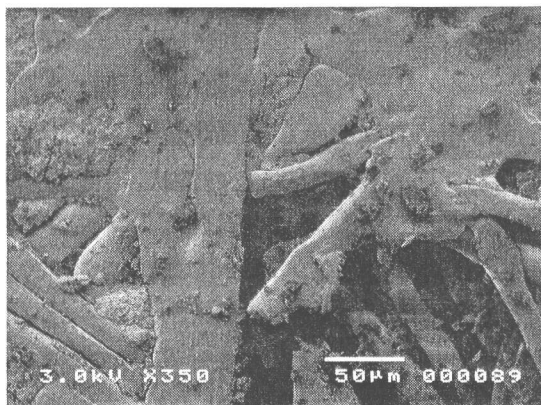


透水性シート A

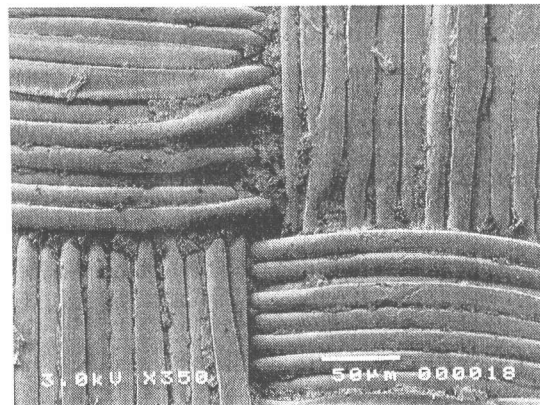


透水性シート B

写真-1 透水性シートの表面状況 (打設 6 回後)



透水性シート A



透水性シート B

写真-2 透水性シートへのセメントの付着状況

相関関係が認められた。このことから、透水性型枠のコンクリート表面の品質改善程度の判断指標としては、指定スランプに対する打設されたコンクリートのスランプの変動により影響される脱水量よりも、表面強度による方が好ましいと考えられる。また、透水性型枠 A,B とも打設 5 回程度まで十分に中性化の抑制効果があることが確認された。

3. 5 顕微鏡写真による透水性シート表面の比較

写真-1 に 6 回打設後の各透水性シートの表面状況を示す。さらに、透水性シートへのセメントの付着状況の拡大写真を写真-2 に示す。写真からわかるように、各透水性シートとも転用によるシートへのセメントの付着が認められた。ただ、写真からでは各透水性シートへのセメント付着量の差異は確認できなかった。

4. まとめ

今回の実験の結果から、以下の事が確認された。

- 1) 今回の実験の範囲では、透水性型枠の脱水量と指定したスランプに対するスランプの変動には一定の相関関係があることが確認された。ただ、透水性シートによっては、スランプがある程度大きくなると、相関関係を示さなくなった。
- 2) アバタ率については、各透水性型枠とも打設 4 回まではアバタ率を減少させる効果が認められた。しかし、打設 5 回目頃から透水性シートによってはアバタ率の上昇が見られた。
- 3) 今回実験を行った透水性型枠では、合板型枠を使用した面との表面強度比から見ると打設 6 回まで安定した表面強度の増大が確保できる。
- 4) 今回実験を行った透水性型枠では打設 5 回程度まで十分に中性化の抑制効果が認められた。また、表面強度と中性化深さには一定の相関が認められた。このことから、透水性型枠のコンクリート表面の品質改善程度の判断指標としては、スランプの変動により変化する脱水量よりも表面強度による方が好ましいと考えられる。

今後は実施工での転用施工結果もふまえて、さらに透水性型枠の転用性能を明らかにして行きたいと考えている。

謝辞：本研究を行うにあたりご協力いただいた J.C.コンポジット(株)、(株)ユニチカリサーチラボ、ハナダ(株)、呉羽テック(株)、(株)ピラミッドの関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 石原誠一郎、立松和彦：脱水・脱気型枠によるコンクリート表層部の耐久性に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.13、No.1、pp561-pp566、1991.6
- [2] 立松和彦、石原誠一郎：転用施工した透水性型枠によるコンクリートの性状、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.14、No.1、pp965-pp970、1992.6
- [3] 鉄筋コンクリート構造物の耐久性設計法研究委員会編：鉄筋コンクリート構造物の耐久性設計に関する考え方、(社)日本コンクリート工学協会、1991.5
- [4] 竹田宣典、平田隆祥ほか：透水性シートを用いた型わくによるコンクリート表面の品質改善、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.11、No.1、pp683-pp688、1989.6
- [5] 岡田行雄、平田隆祥ほか：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、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.14、No.1、pp971-pp976、1992.6