

論文 透水性型枠によるコンクリートの品質改善

浅井 一彦^{*1}・国枝 稔^{*2}・犬飼 利嗣^{*3}・石原 誠一郎^{*4}

要旨:本研究では透水性型枠(2種類の透水シートとスリット型枠)のそれぞれの排水性能を調べるとともに、テストハンマー試験による硬度、プリアウト試験による表層強度などを測定し、型枠の種類の違いや高さ方向の強度分布について検討した。さらに、コンクリート表面の色むらの程度は透水性型枠の種類によって異なること、引っかき試験によりコンクリート表層部の品質がある程度判別可能であること、再振動締固めにより排水量は増加するが、表面は必ずしも改質されていない場合があることなどが明らかとなった。

キーワード:透水性型枠, 透水シート, スリット型枠, 排水量, 強度改善

1. はじめに

コンクリート表面の気泡やアバタの除去, さらにはコンクリート表層部の改質を目的とした透水性型枠の適用が試みられている¹⁾⁻⁵⁾。透水性型枠は、コンクリート中の余剰水がコンクリートの自重により、当該型枠を通して排水されるため、排水効果は下部が最も大きく部材内の材料特性の勾配を生じさせる原因となっている。

本研究は、複数の透水性型枠を用いた実験を実施し、型枠の種類の違いがコンクリートの品質改善に及ぼす影響について比較検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

使用したコンクリートの配合を表-1に示す。使用材料は普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm^3)、細骨材(粗粒率2.82, 表乾密度 2.59g/cm^3 , 吸水率1.33%), 粗骨材(最大寸法20mm, 粗粒率6.76, 表乾密度 2.65g/cm^3 , 吸水率0.54%), および高性能AE減水剤とした。なお, 水セメント比を55%, 目標スランプを8cm, 目標空気量を3%とした。

表-1 配合表

Gmax (mm)	Sl (cm)	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
					W	C	S	G	Ad.
20	8	55	3	43.2	161	293	800	1079	0.586

Ad.:高性能 AE 減水剤

表-2 実験ケース

型枠の種類	透水面の有無	鉛直	傾斜(45度)
合板	無	○*	○
シートA	片面		○
	片面(再振動)	—	○
	両面	—	○
シートB	片面	○	○
スリット	片面	○	○

*片面ずつを共有

2.2 供試体の作製

壁状供試体の基本寸法は図-1のように $1200 \times 600 \times 200\text{mm}$ とし、型枠の設置角度を鉛直と傾斜(45°)の2種類とした。なお、傾斜供試体の上面を表側、下面を裏側と呼び、透水性型枠は表側への配置を基本とした。透水性型枠の設置方法を表-2にまとめて示す。透水性型枠には、シートタイプ2種類およびスリットタイプ

*1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 (正会員)

*2 岐阜大学工学部社会基盤工学科 助手 工博 (正会員)

*3 東海コンクリート工業 技術部 係長 (正会員)

*4 浅沼組 技術研究所 建築研究グループ 課長 (正会員)

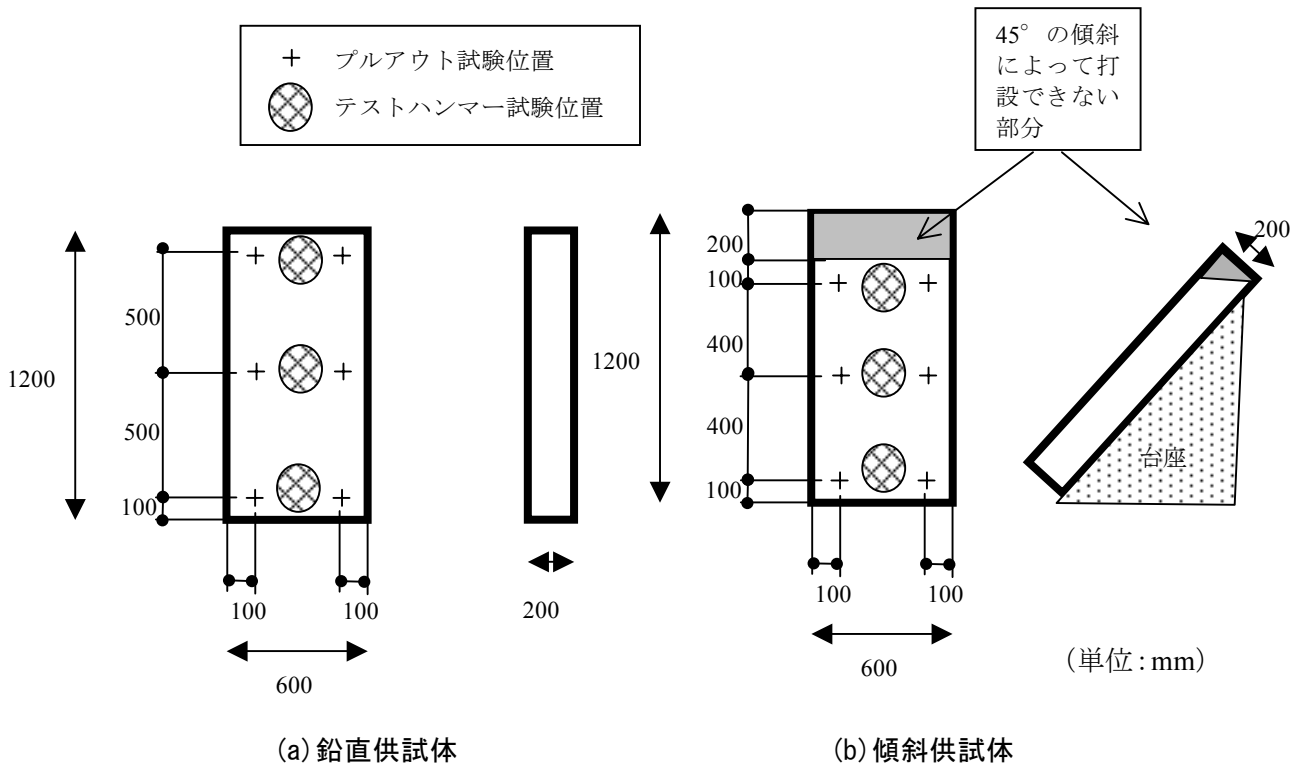


図-1 供試体概要

プ1種類の計3種類とした。また、比較のために合板型枠も用いた。さらに、上部の排水効果を向上させる目的で、バイブレーターにより再振動を与えたケース、供試体裏側の水の動きが表側の排水効果ならびに品質改善効果に及ぼす影響について検討する為に、両面にシートを設置したケースについても検討した。供試体数は各ケースにつき1体とし、計9体作製した。

2.3 使用した透水性型枠の特徴

シートAとシートBの構造の違いを表-3に示す。いずれのシートもコンクリートに接する側に透水層、型枠に沿って排水させる排水層から構成されている。また、スリット型枠は、鋼製型枠のスキンプレートに微細なスリット（幅約150ミクロン）を加工し、その上からセラミックスをコーティングしており、ここからコンクリート中の余剰水や気泡を排出させる型枠である。

2.4 締固めおよび養生

全ての供試体について、型枠内にコンクリートを詰め、バイブレーター（φ43mm）を使用し40秒間締固めを行った。再振動のケースについてのみ打設後60分にて、供試体の上部約1/3

表-3 透水シートの概要

	シートA	シートB
透水層	ポリエステル系繊維	ポリエチレン系フィルム
排水層	綿状の不織布	ポリプロピレン系不織布

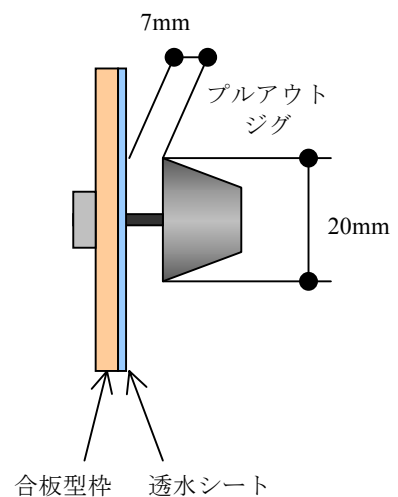


図-2 プルアウト試験のジグ

までバイブレーターを挿入し、20秒間締固めを行った。

供試体は材齢1日にて脱型し、その後実験室内にて気中養生を行った。

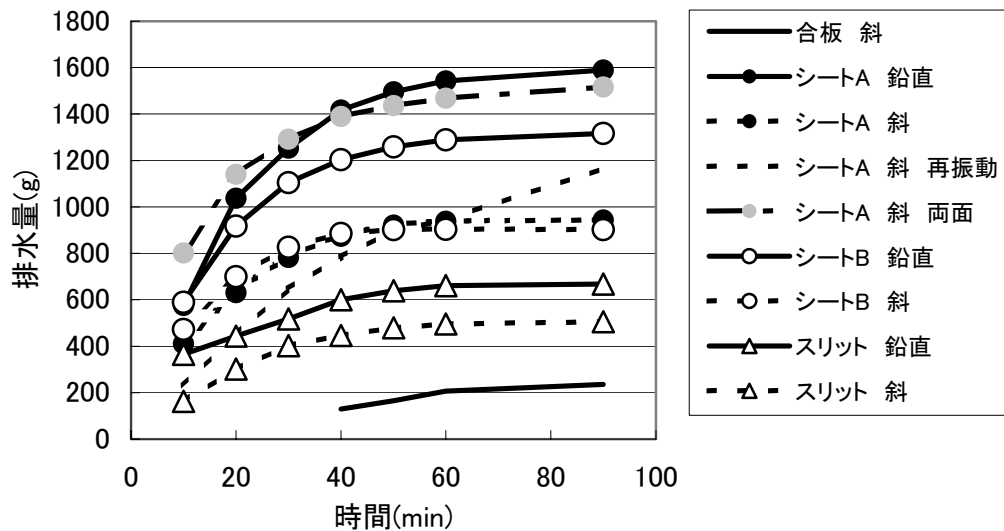
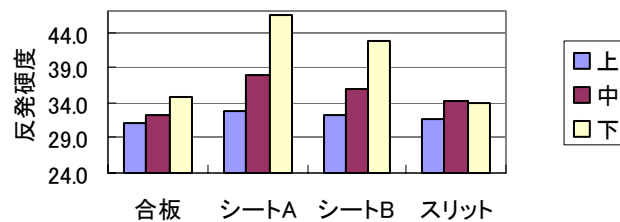
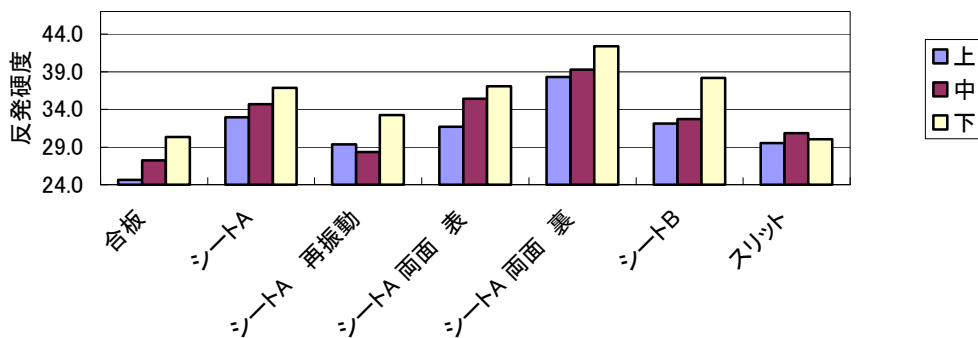


図-3 排水量



(a) 鉛直供試体



(b) 傾斜供試体

図-4 テストハンマー試験結果

2.5 測定項目

型枠最下面から排出される水の重量を排水量とした。各供試体の排水量は、コンクリート打設直後から60分まで10分おきに計測し、90分後に計測を終了した。合板型枠の場合のみ、打設後40分から計測を行った。

硬化後のコンクリートの品質を測定するため、テストハンマー試験、プルアウト試験、引っかかり試験を材齢28日で行った。テストハンマー試験は、N型シュミットハンマーを用い、供試体の上段、中段、下段の中央付近をそれぞれ1箇所

ずつ(各位置について25箇所打撃した)を対象とし実施した。

プルアウト試験に関しては、図-2に示すようなジグを供試体上段、中段、下段のそれぞれ2箇所にあらかじめ設置し、コンクリートを打設、養生後、コンクリート表面に対し垂直に引き抜き、荷重のみ計測した。なお、ジグの埋設深さは7mmとした。

引っかかり試験に関しては、日本建築仕上げ学会式引っかかり試験の使用方法に従い、加圧力を9.8Nとし、長さ10cm程度の引っかかり傷をつけ、

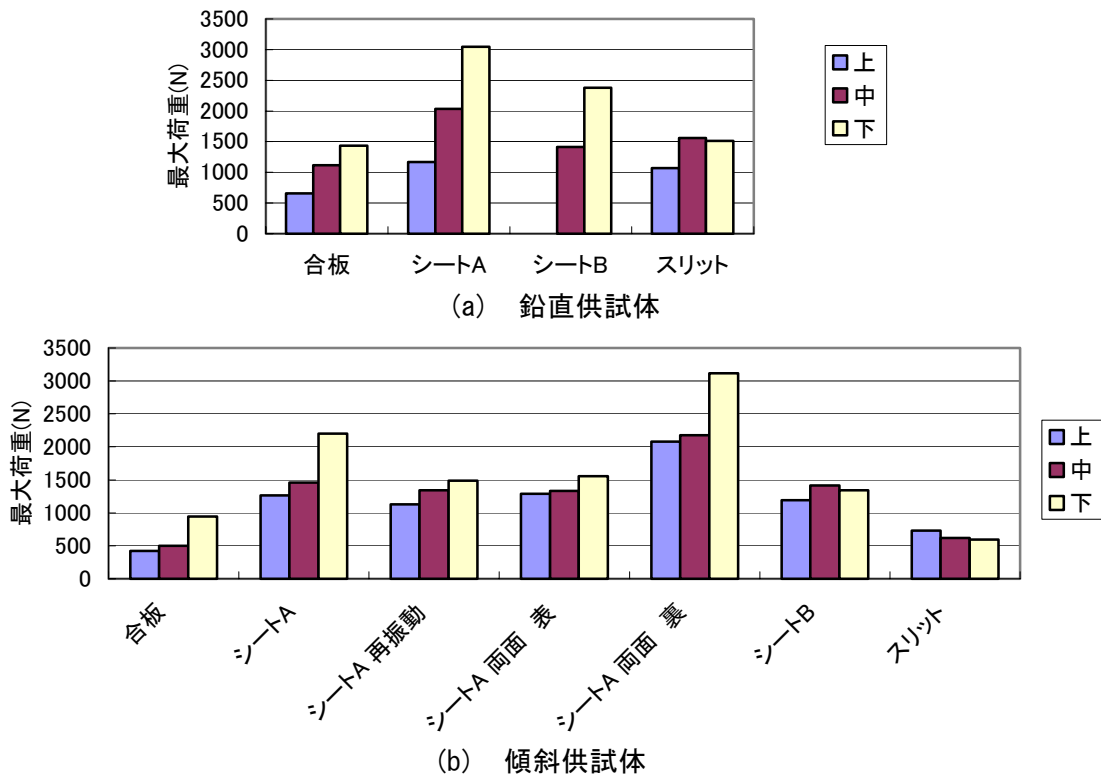


図-5 プルアウト試験結果

傷の幅をクラックゲージを用いて目視により測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 排水量

それぞれの供試体打設後の時間と排水量の関係を図-3に示す。

シート A, B に関しては、シートの種類の違いが排水量に及ぼす影響は明確ではなかった。なお、供試体の設置角度の違いによらずシートタイプの排水量はスリット型枠のそれと比較して約2倍程度であった。

同じ寸法の供試体でも、鉛直供試体の排水量は傾斜供試体のそれより大きくなった。これは、鉛直供試体において、自重による側圧が大きくなったことによるものと考えられる。

また、コンクリートの打設後60分にて再振動締固めを行うことにより、排水量が約20%増加した。このことは、既存の研究結果⁵⁾とも定性的に一致している。

3.2 テストハンマー試験

テストハンマー試験による試験体表面の反発

硬度を図-4に示す。基準となる合板型枠において、上部と下部の反発硬度に差が生じていることが分かる。

シートタイプを用いた場合においても、排水面に大きな側圧のかかる下部の反発硬度が大きくなった。また、シートの種類の違いによらず、鉛直供試体の反発硬度の方が、傾斜供試体のそれに比べて大きくなる傾向にあった。また、シートAとシートBの種類の違いによる影響は明確ではなかった。

一方、スリット型枠の反発硬度は合板型枠と同程度の反発硬度であったが、特に傾斜供試体において上段と中段の反発硬度が合板型枠の場合に比べて改善されていることが明らかとなった。

再振動締固めを行った供試体の反発硬度は、再振動締固めを行わない場合のそれに比べて全体的に小さくなっており、本実験の範囲内ではコンクリート表層部の品質改善効果は認められなかった。

両面にシートを貼り付けた場合、裏側の試験結果は、その他の場合と比較して大きくなって

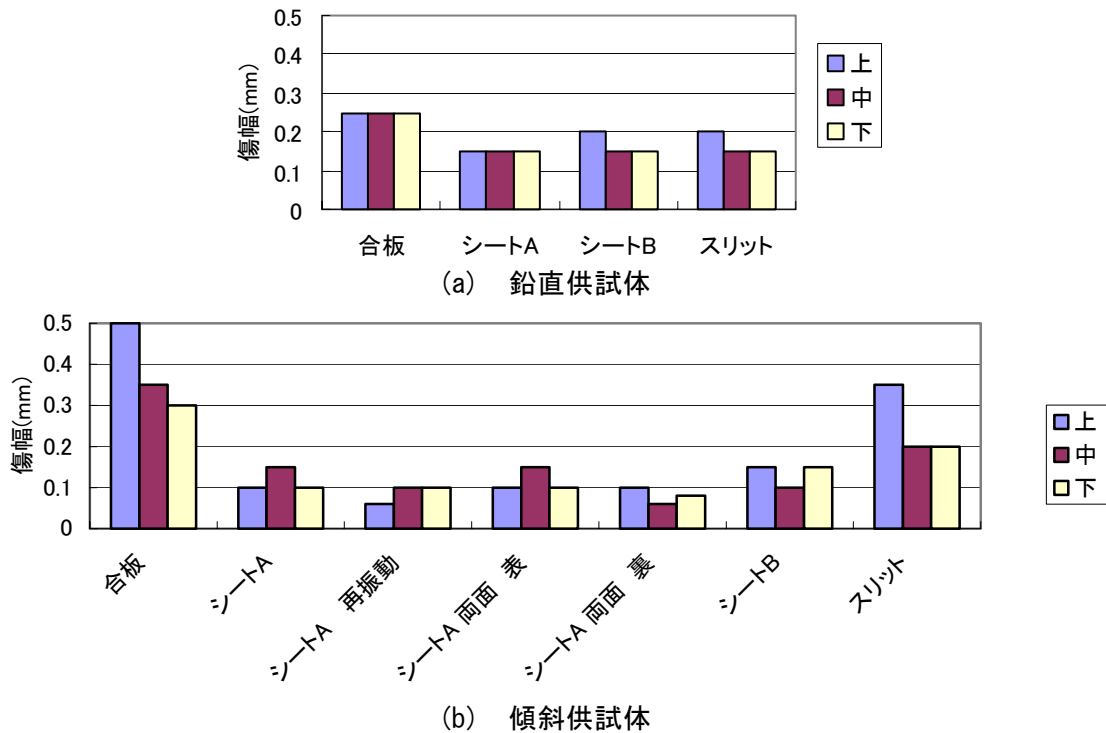


図-6 引っかかり試験結果（加圧力 9.8N）

いるが、表側はシート A 片側の結果と同程度であり、今回の供試体寸法では、裏側の排水の影響が表側にまで及んでいないことが確認された。

3.3 プルアウト試験

プルアウト試験による最大荷重を図-5 に示す。なお、鉛直供試体のシート B 供試体は、ジグ埋込み部に施工不良によるジャンカが生じていたため、試験結果から除外した。透水性型枠を用いた場合の最大荷重は、合板型枠を用いた場合のそれと比較して大きくなり、傾斜供試体の最大荷重は、鉛直供試体のそれに比べて小さくなった。

スリット型枠では、値そのものは合板型枠から大幅に大きくなるというわけではないが、特に上部においてその改善効果が大きい結果となり、反発硬度の結果と対応している。

3.4 引っかかり試験

引っかかり試験結果による測点と傷幅の関係を図-6 に表す。若干ではあるがシートの使用の有無で傷幅の差が表れており、しかも、全体的には反発硬度の値と負の相関関係にあることより、透水性型枠の有無による表面硬度の差が判

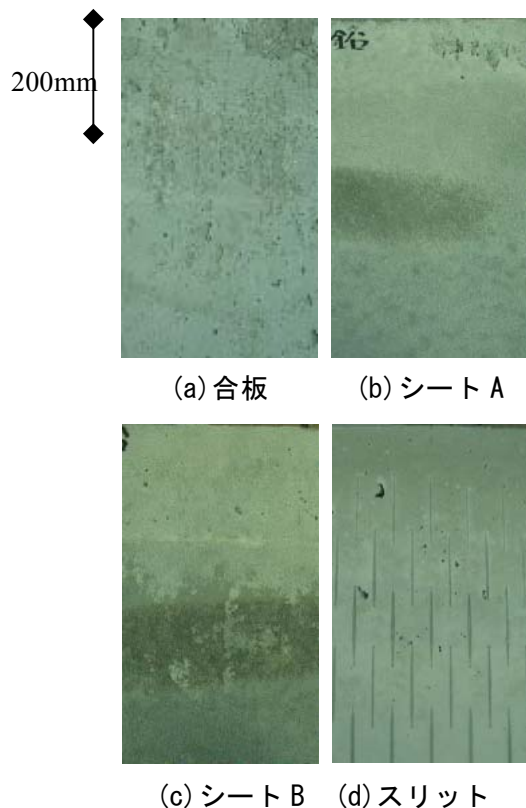


図-7 コンクリート表面

別可能であることが明らかとなった。

3.5 表面の色むらおよびあばた

透水性型枠の重要な効果の 1 つに、あばたの

除去がある。図-7 に示すように、合板型枠を用いた場合に比べて、透水性型枠を用いた場合の方が、明らかにあばたの量が少なく、特に傾斜供試体の場合にその差は顕著であった。シート A, B において、鉛直供試体および傾斜供試体の上部約 20cm が若干白っぽく見える。これは、上部が変色したというよりむしろ下部が黒っぽく変色したことによるものである。すなわち、コンクリート中のセメント粒子が余剰水の移動とともに透水性型枠面に集まり、黒っぽく変色したことによるものと考えられる。このような変色は、シート B の方が顕在化しており、シートの種類の違いによってその程度が異なる可能性が考えられる。なお、スリット型枠においても、スリット部分（排水される部分）が若干黒っぽくなっていることも、同様のメカニズムによるものと考えられる。

4. まとめ

以上の実験結果をまとめると以下のとおりである。

- 1) 供試体の設置角度の違いによらずシートタイプの排水量は、スリット型枠のそれと比較して約 2 倍程度であった。同じ寸法の供試体でも、鉛直供試体の排水量は傾斜供試体のそれより大きくなった。また、コンクリートの打設後 60 分にて再振動締固めを行うことにより、排水量が約 20%増加した。
- 2) テストハンマー試験やプルアウト試験を実施した結果、排水面に大きな側圧のかかる下部のそれぞれの試験結果が大きくなり、シートの種類の違いによらず、鉛直供試体の試験結果の方が傾斜供試体のそれらに比べて大きくなる傾向にあった。なお、スリット型枠の場合、特に上部において改善される傾向にあった。
- 3) 引っかき試験結果によると、若干ではあるがシートの使用の有無で傷幅の差が表れており、透水性型枠の有無による表面硬度の差が判別可能であることが明らかとなった。

- 4) 透水性型枠を用いた場合、供試体上層部以外が黒っぽく変色した。このような変色は、シート B の方が顕在化しており、シートの種類の違いによってその程度が異なる可能性が考えられる。なお、スリット型枠において、スリット部分（排水される部分）が若干黒っぽく変色したことも、同様のメカニズムによるものと考えられる。

謝辞

本実験は「JCI 透水・脱水によるコンクリートの品質改善に関する研究委員会（委員長：畑中重光 三重大学教授）」の共通実験の一つとして実施されたものである。供試体作製に関しては東海コンクリート工業（株）に多大なる協力をいただいた。また、材料を提供いただいた関係各位に対し、ここに記して謝意を表します。

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, pp561-566, 1991. 6
- 2) 出頭圭三，篠田佳男，北川勉：スリット型わくを用いて打設したコンクリートの基礎的物性，コンクリート工学，Vol.26, No.4, pp.51-58, 1988. 4
- 3) 野々目洋：耐久性向上に役立つ透水型枠，建築技術，No.597, pp.112-114, 1999. 11
- 4) 小柳洽，岩瀬裕之，河合敦，小山秀紀：脱水型枠の使用によるコンクリート性能の改善，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.10, No.2, pp.97-102, 1988. 6
- 5) たとえば前田ら：透水性型枠を使用したコンクリートの表層および内部強度性状に及ぼす再振動締固めの影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.24, No.1, pp.345-350, 2002. 6