

透水型枠工法によるコンクリート細孔構造の変化に関する研究

阪神電気鉄道㈱ 正員○村田 豊喜

神戸大学工学部 正員 高見 忠良

神戸大学工学部 正員 宮本 文穂

1. まえがき 近年、ポンプ施工の普及等により施工性を重視した水セメント比の大きいコンクリートが使用される傾向にあり、その結果、硬化後のコンクリートは密実性に欠け、表面や内部に多くの空隙を有する場合がみられ、耐久性上の問題点となってきた。各種の外的劣化要因はこれらの空隙を通り路として内部に浸入するものと考えられ、このようなコンクリート内部の微細構造が中性化や塩化物イオンの浸透性あるいは凍結融解抵抗性等に与える影響は大きいと考える。そこで、本研究では空隙の原因となる余剰水を透水型枠によって脱水し、それに伴う表面および内部の細孔構造の変化を水銀圧入式ポロシメータを用いて明らかにすることによって耐久性向上の基礎資料を得た。

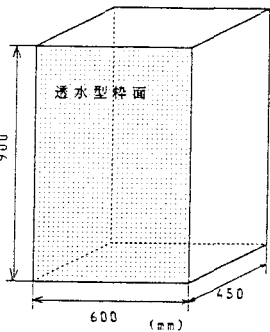


図1 供試体の形状と寸法

表1 コンクリートの配合

スラン プ	空 気 重 量	最 大 寸 法	粗 骨 材 の 寸 法	ト 比	水 セ メ ン ト	粗 骨 材 率	単位重量(kg/m3)					配 合 強 度 (kgf/ cm ²)
							水	セ メ ン ト	粗 骨 材	細 骨 材	混 和 剤	
(cm)	(%)	(mm)		(%)	(%)							
8	4.0	20	55	44.2	167	304	796	1056	0.760	291		
18	4.0	20	55	45.4	191	347	775	978	0.868	291		

2. 実験概要 実験に用いた供試体の形状および寸法を図1に示す。使用したコンクリートは表1に示す配合の市販のレディミクストコンクリートで、混和剤には標準型ボゾリスNO.70を使用した。養生条件は打設後7日間は散水シート養生、その後は気中シート養生とした。供試体の種類は、スランブ、脱水方法、締固め方法の組合せにより表2の10種類とした。ここで、強制吸引とは棒状のステンレス製フィルターをパイプレーターに取り付け、真空ポンプによって吸引脱水する方法であり、型枠再振動は打ち込み後60分経過した時点で行った。表2には各供試体の脱水量の実測値を併記した。細孔径分布試験を行った供試体はNO.2, 3, 4, 5, 8, 10の6供試体で、NO.8, 10については透水型枠を用いなかった合板側からもコアを抜いた。コアの寸法はφ100×200(mm)で、これを表面からの深さにより図2のように4段階に輪切りにし、粗骨材を含まないように7×7×20(mm)程度の薄片に成形し試料とした。この試料をアセトンに24時間浸漬させ、60℃で4日間炉乾燥した後、水銀圧入式ポロシメータにより細孔径分布試験を行った。使用した水銀圧入式ポロシメータはCARLO ERBA社 Porosimeter 2000 で、細孔半径38~75,000 Åまでを測定した。

表2 供試体の種類および脱水量 (ml)

NO	ス ラ ン プ	透 水 型 枠	内 部 振 動	型 枠 振 動	強 制 吸 引	再 振 動	ア リ ー ン ナ イ ン グ	型 枠 脱 水 量	ポン プ 脱 水 量	総 脱 水 量
1	8						54	—	—	54
2	18						400	—	—	400
3	8		●				114	—	—	114
4	18		●				274	—	—	274
5	8	●	●				98	1015	—	1148
6	18	●	●	●		●	41	1234	—	1275
7	8	●	●		●		34	1180	470	1684
8	8	●	●	●	●	●	85	1267	790	2142
9	18	●	●		●		187	1767	930	2884
10	18	●	●	●	●	●	211	1696	410	2317

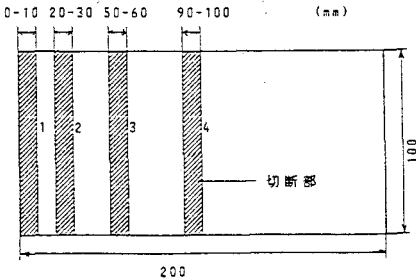


図2 試料成形部

Toyoki MURATA , Tadayosi TAKAMI , Ayaho MIYAMOTO

3. 結果と考察 各試料の単位重量当りの総細孔量を図3に示す。なお、図中の供試体番号後尾にBを付したものは透水型枠を用いていない合板側からの供試体を表す。図3より、透水型枠を使用しなかった供試体が表面からの深さ別の総細孔量に変化がないのに対し、透水型枠を使用したことによって表面に近づくにつれて総細孔量が減少する傾向が認められる。ただし、総細孔量の減少に効果のある範囲は表面から50～60mm程度までで、90～100mmまで達するとその効果はなくなる。これらの結果は、「水分の散逸を許す気中養生の場合、時間の経過と共に表面から内部方向への各部分の細孔量に違いが生じ、表面部に近い部分ほど細孔径は大きく、かつ細孔量が多い。」という地濃らの結果¹⁾と異なっており、透水型枠による脱水で表面付近の水セメント比が小さくなり緻密になったと考えられる。次に、いずれもスランプ8cmのNO.5とNO.8を比較すると、総細孔量の減少範囲はNO.8の方が広く、型枠振動、型枠再振動が効果的であったと考えられる。一方、スランプ18cmで単位水量の多いNO.10の供試体では透水型枠の影響範囲は表面より10mm程度までにとどまった。また、NO.8とNO.10の合板側の供試体(NO.8B, NO.10B)については表層(0～10mm)の総細孔量が平均値より多くなっており、これは合板型枠を振動させたときに型枠にそって水が上昇し、その時、透気性がない型枠であるために空気泡が閉じ込められたためと考えられる。

次に、標準的な供試体としてNO.3、透水型枠を用いて最も入念な施工を行った供試体としてNO.8を選びそれぞれの細孔径分布を図4と図5に示す。図4より細孔径分布は表面からの深さによらず一定で、ほぼ同様な細孔構造であることが確認される。また、図5からは細孔径300～600Åおよび800～7000Åの細孔量に大きな減少が認められる。

4. まとめ 本研究によって得られた主な結果をまとめると、①透水型枠によって、表面付近の総細孔量が減少する傾向が確かめられた。②透水型枠に型枠振動および型枠再振動を併用することでコンクリート中の総細孔量の減少する範囲が拡大しその有効性が確かめられた。③総細孔量の減少する範囲はスランプ8cmのコンクリートでは50mmから60mmにまで達し、細孔径300～600Åおよび800～7000Åの細孔量が多く減少した。④単位水量の多いスランプ18cmのコンクリートにおいても透水型枠および型枠振動を併用することで表面付近の総細孔量は減少するが、その範囲はスランプ8cmのものとは比べ小さく表面より10mm程度であった。

参考文献 1)地濃茂雄 他, 養生条件とコンクリート表層部の細孔構造, セメント技術年報 38, 1984

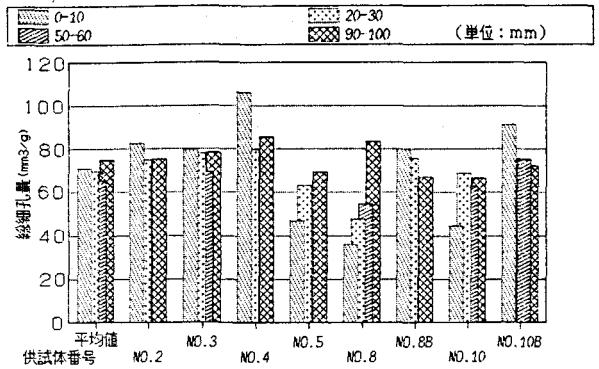


図3 総細孔量の深さ変化の比較

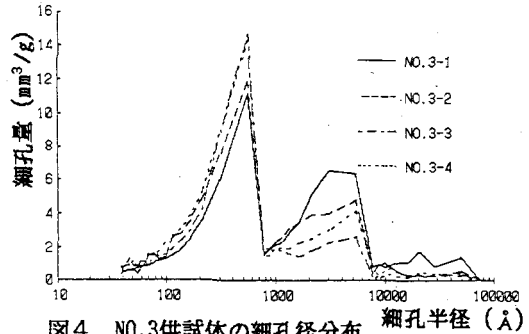


図4 NO.3供試体の細孔径分布

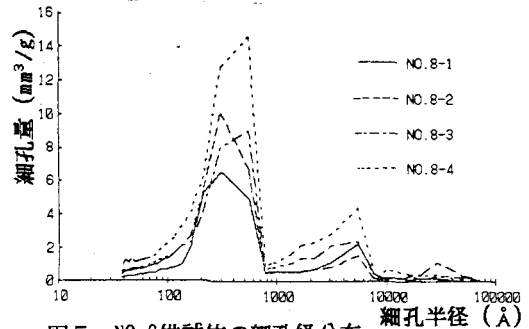


図5 NO.8供試体の細孔径分布