

東京都立大学 正員 村田 二郎
 竹中技術研究所 “ 土岐 高史
 竹中技術研究所 “ ○ 神山 行男

1. まえがき

コンクリート構造物の水密性は現場における施工の良否、置かれている環境条件におおに関係することは既往の研究から明らかにされている。しかし、水密性に影響を与える各種要因の実構造物に対する影響度を定量的にとらえている研究は非常に少ない。本研究は、単純化した模型水槽ならびに40 cm立方ブロックを造り、これからコアを採取して、透水試験を行ない、これら水密性に影響する要因のなかで、打上り高さ、打継の種類および処理方法、乾燥収縮等が水密性に及ぼす影響を検討したものである。

2. 実験概要

2.1 模型試験体；モデル水槽は、図-1に示すように直径2.3 m、高さ2.8 mの中空円筒体で、1/4円の位置に鉛直打継目4ヶ所、天端から2.0 m、4.0 mの位置に水平打継目をそれぞれ設けた。打継目をそれぞれ表-1に示す2種類の処理方法で処理した後、湛水し、約1年間屋外に放置した。また、40 cmブロック供試体は表-2に示す処理を行なった後、それぞれ図-2に示すような乾燥条件で、埋込んだカーボンひずみ計で乾燥収縮を測定しながら、同様に約1年間屋外に放置した。

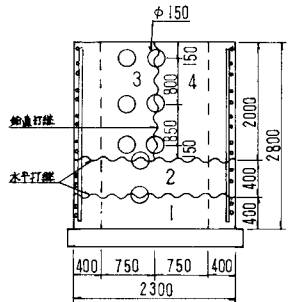


図-1 モデル水槽

なお、実験に使用したコンクリートの配合を表-3に示す。

2.2 コアの採取および供試体の作製；モデル水槽から採取したコアの採取位置、種類および個数を表-4に示す。コアはいずれも直径を15 cmとし、打継目部は打継目がコアの直径に位置するように採取した。採取したコア（中15×40 cm）は両端面から約15 cmの位置および両端面の曲率のある部分を切断し、両端面を研磨して、2個の中15×15 cm透水用供試体を作製した。透水試験における水圧面はコアの両端面（水槽の湛水面および外周面）とした。また、40 cmブロック供試体もモデル水槽の場合とほぼ同様であって、コンクリートの打込み方向にコアを採取し、コアの両端面から15 cmの位置で切断し、両端面を研磨して、2個の中15×15 cmの透水試験供試体を作製した。採取したコアの種類および個数を表-2に示す。透水試験における水圧面はコアの両端面（ブロックの外表面）とした。

2.3 透水試験；すべての供試体の試験を一定の試験方法によって行うことが望ましいが、供試体の種類によりその水密性は著しく相違することから、供試体の種類により、浸透深さ方法、アウトプット方法のいずれかにより透水試験を行なった。

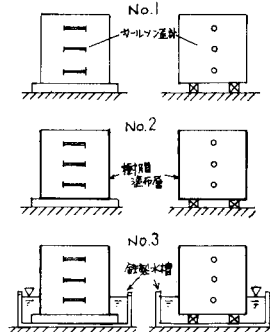


図-2 ブロック供試体 40×40×40

表-1 モデル水槽における打継目の処理方法
コアの採取位置および個数

打継目の種類	打継目の処理方法	コアの採取位置	透水試験体本数
鉛直打継目	鉛直打継目	上端(150)	3
		中部(1000)	3
		下端(800)	3
水平打継目	水平打継目	上端(150)	2
		中部(1000)	2
		下端(800)	2
鉛直打継目	鉛直打継目	上端(150)	2
		中部(1000)	2
		下端(800)	2
水平打継目	水平打継目	上端(150)	3
		中部(1000)	3
		下端(800)	3

表-2 ブロックの乾燥条件および個数

乾燥条件	個数	透水試験体本数
全面乾燥	4	3
4側面および底面の4面に厚さ3mmのウレタン防水シートを接着、上面のみ乾燥	4	3
4側面を厚さ3mmのウレタン防水シートを接着、底面を水に浸漬、上面のみ乾燥	4	3

表3. コンクリートの配合

材料	単位	量(%)
セメント	kg	51.6
砂	kg	143.3
水	kg	32.0
細骨材	kg	165
粗骨材	kg	825
スラグ	kg	105
空気量	%	0.8
配合比		13.8
配合比		38

3. 試験結果および考察

モデル水槽を用いて行った実験により得られた結果を列記すると

- (1) コンクリートの打上り高さ2mにおいて、従来いわれているようにコンクリートの品質はブリージング等により上部ほど低下した。その低下の程度は、圧縮強度で約10%、引張強度で約20%であるのに対して、水密性は約1/6と著しく低下した。

(表-4および図-3)

- (2) 水平打継目は適切な打継処理を行なうことにより、表-5に示すように打継目のない部分と同等の水密性が得られた。しかし、乾燥を受けた外側供試体は同じ位置の打継目のない部分に比較して、その低下は著しかった。

- (3) 今回の実験において、表-6に示すように鉛直打継目に関してはコアの採取作業中、打継目にゆがみが生じたため、信頼できる試験結果は得られ

なかった。このような結果となったことは、実構造物において入念な施工を行

なっても、それのみでは水密な鉛直打継目を作ることはきわめて困難であることを示している。

40cmブロック供試体を用いて行った実験により得られた結果を列記すると

- (1) 乾燥条件を変えて測定した約1年後の乾燥収縮ひずみ分布は図-4に示すようであって、水槽のように1面だけ乾燥される場合には、内外面の乾燥収縮ひずみ差は約 300×10^{-6} に達し、乾燥収縮のみによってもクラックが発生する可能性が大きい。しかし、平均乾燥収縮ひずみは小さく外部拘束によりクラックは発生しにくい。
- (2) コンクリートの打込方向と透水方向が一致する場合、上部コンクリートの水密性は下部コンクリートに比べて約1/6となり、打込方向と直角の場合の約1/6に比較して、その水密性の低下は著しかった。また、乾燥による低下も約20倍となり、直角方向の場合の約5倍に比較して著しく大となり同様の傾向を示した。

4. おわりに

今回の実験結果から、施工方法、乾燥条件等によりその水密性は著しく相違することが明らかとなった。したがって、水密性を必要とする構造物の施工に当っては、単に高品質のコンクリートを用いるだけでなく、きめの細かな施工管理と全般にわたる注意が必要である。

表4. モデル水槽の躯体部コンクリートの透水試験結果

コアの採取位置 (cm)	透水試験体の位置 (cm)	試験体長さ (cm)	試験体断面積 (cm ²)	試験体体積 (cm ³)	試験体重量 (kg)	試験体密度 (kg/cm ³)	試験体強度 (kg/cm ²)	試験体強度 (kg/cm ²)
上部 (150)	内側	7.37	102.08	107.331	338	20.4	21.3	22.2
	外側	7.74	12.45	138.2	344	0.92	0.81	0.81
中部 (1000)	内側	4.99	170.82	226	285	312	15.5	17.5
	外側	1.36	28.08	8.07	339	0.85	18.5	0.67
下部 (1800)	内側	2.66	1330	18	345	354	23.9	24.3
	外側	3.52	22.42	0.64	362	0.96	24.7	0.92
	内側	10.77	153.49	213	301	324	20.7	21.1
	外側	12.41	203.82	213	346	0.88	21.6	0.80
	内側	14.61	282.40	1761	374	1.00	26.3	1.00
	外側	2.64	13.12	28	364	369	24.6	26.3
	内側	3.40	21.76	374	374	1.00	26.3	1.00
	外側	5.04	47.74	1.61	374	1.00	26.3	1.00
	内側	4.06	34.40	63	357	366	18.0	19.4
	外側	5.41	54.11	1225	374	0.99	19.9	20.3
	内側	7.31	100.41	1225	374	0.99	20.3	20.7

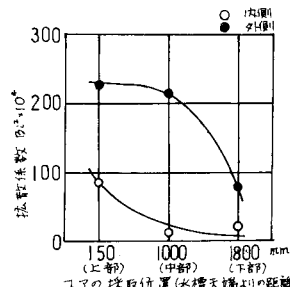


図-3 供試体の採取位置と拡散係数の関係 (モデル水槽の躯体部コンクリート)

表6. モデル水槽の鉛直打継目の透水試験結果

打継目の処理方法	コアの採取位置 (cm)	試験体長さ (cm)	試験体断面積 (cm ²)	試験体体積 (cm ³)	試験体重量 (kg)	試験体密度 (kg/cm ³)	試験体強度 (kg/cm ²)	試験体強度 (kg/cm ²)
鉛直打継目	上部 (150)	81.2	4060	4698	—	—	—	—
鉛直打継目	中部 (1000)	11.6	555	673	—	—	—	—
鉛直打継目	下部 (1800)	0.16	8	9	—	—	—	—
鉛直打継目	上部 (150)	14.1	705	850	—	—	—	—
鉛直打継目	中部 (1000)	18.0	900	—	—	—	—	—
鉛直打継目	下部 (1800)	49.3	2465	—	—	—	—	—

— : 欠損中 欠損 : コア採取中に破壊

表7. ブロックから採取した供試体の透水試験結果

採取位置	試験体長さ (cm)	試験体断面積 (cm ²)	試験体体積 (cm ³)	試験体重量 (kg)	試験体密度 (kg/cm ³)	試験体強度 (kg/cm ²)	試験体強度 (kg/cm ²)
6面乾燥	5	5	27.103	755.47	862.2	25.3	25.9
	10	48	26.01	47.55	52.7	25.9	26.9
5面乾燥	5	5	244.08	400.85	822.5	24.7	25.7
	10	48	1.88	667	4.0	26.5	26.5
4面乾燥	5	5	640.65	562.34	728.2	25.1	25.8
	10	48	882.12	0.36	1.0	26.5	26.5

表5. モデル水槽の水平打継目の透水試験結果

打継目の処理方法	試験体長さ (cm)	試験体断面積 (cm ²)	試験体体積 (cm ³)	試験体重量 (kg)	試験体密度 (kg/cm ³)	試験体強度 (kg/cm ²)	試験体強度 (kg/cm ²)
鉛直打継目	2.41	7.69	13.50	29.0	2	19.9	99.5
鉛直打継目	3.19	7.69	13.50	29.0	2	24.4	122.0
鉛直打継目	7.05	65.84	151.0	755.0	89.5	12.3	36.9
鉛直打継目	1.07	1.51	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
鉛直打継目	1.77	4.13	21.2	4.60	23.0	0.38	0.38
鉛直打継目	2.74	7.65	20.0	0.76	0.38	0.38	0.38
鉛直打継目	6.86	30.10	20.0	0.81	0.405	0.46	0.46

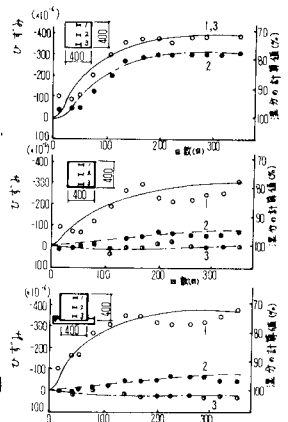


図-4 乾燥収縮ひずみ分布