

施工不良によるコンクリートの水密性とその把握方法について

J R九州 ○鶴 英樹

九州大学 正会員 阪本好史

九州大学 正会員 牧角龍憲

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化損傷は施工不良や品質の欠陥に起因することが多い。すなわち、本来は密実で均質であるべきコンクリート中に空隙が多く水が浸透しやすいような低品質の箇所がある場合、そこに局所的な劣化が生じ、ひいては構造物全体の機能を損なってしまうことになる。したがってコンクリート構造物の管理においては、そのような箇所を早急に発見し対処していく必要がある。

この水密性を確認する手法としてはコンクリートの透水試験があるが、実構造物においては適用できない。そこで本研究では、非破壊試験による内部の水密性の測定手法を検討するために、施工不良として締固め不足をとりあげ、コンクリートの水密性の変化と非破壊試験結果との関係を調べたものである。

2. 実験概要

使用したセメントは普通ポルトランドセメントで、粗骨材の最大寸法は20mm、細骨材はFM2.91を使用し、比重はセメント、粗骨材及び細骨材でそれぞれ3.16、2.59、2.97である。

コンクリートの配合は、表-1に示すように水セメント比及び砂セメント比を一定とし、細骨材率を変化させた2種類とした。これは標準配合(N)と粗骨材の材料分離を想定して単位粗骨材量を標準配合より約20%増加させた配合(S)である。また、締固めは円柱供試体($\phi 15 \times 30$ cm)を突き棒により一層当りの突き固め回数を0、10、25回と変化させた。なお、締固め程度は充填率で評価した。

$$\text{充填率} = \frac{\text{コンクリートと型枠の重量} - \text{型枠の重量}}{\text{配合から決まるコンクリートの理論重量}}$$

透水試験装置は、供試体を挟み込む試験機、圧力タンク及び圧力調整弁からなり、その略図を図-1に示す。供試体は養生後高さ約10 cmに切断し、水圧は6 kg/cm²、材令は7日で試験した。

3. 実験結果及び考察

各供試体において測定した充填率、超音波速度及び動弾性係数を表-2に示す。締固めをしない場合の充填率はN-0で95%、S-0で90%程度であった。これは粗骨材が多い場合締固めが不足するとモルタルが十分に回らないためであり、締固め程度による影響は粗骨材が多いほど大きいことがわかる。また、充填率が低下するにともなって超音波速度及び動弾性係数とも低下しており、いずれも不均質度を判定する検査には適すと考えられる。

次に透水試験結果を表-3及び図-2、3に示す。図-2に示すように充填率が95%以下になると、いずれの配合のコンクリートにおいてもその水密性は急激に低下する。特に、単位粗骨材が増えた場合十分な締固めがなされていないと空隙が多く、その透水係数は相当に大きいものとなる。また、図-3で超音波速度は4.1から4.7 km/sの範囲であるのに対し、水密性は2週間以上透水しないものからはわずか数分で透水してしまうものまでの顕著な変化を示す。供試体では全体にわたって様な空隙があるのに対し、実構造物ではその一部に内部欠陥が含まれているものである。その場合には音速の変化はさらに小さくなると考えられる。したがって実構造物において超音波速度法を適用する際には音速の変化に細心の注意を払う必要がある。

参考文献

- 1) 村田二郎, コンクリートの水密性の研究, コンクリートライブラリー第7号, 土木学会, 1963
- 2) 国分正胤他, コンクリート便覧, 技報堂, 昭和51年

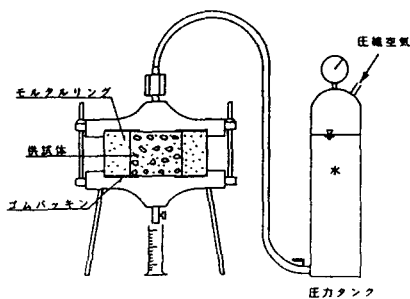


図-1 透水試験装置

表-1 コンクリートの配合

w/c (%)	s/c	s/a (%)	単位重量 (kg/m ³)						実測 SL (cm)	実測 Air (%)	種類
			w	C	S	G		AE剤 (CC)			
						~10	~20				
58	2.81	44.2	166	286	805	467	700	715	9.1	3.3	N
		37.9	148	255	717	539	809	638	1.3	2.4	S

表-2 各供試体の試験結果

種類	締固め回数	充填率 (%)	密度 (g/cm ³)	超音波速度 (km/s)	動弾性係数 (Kg/cm ²)
N	0	95.1	2.31	4.28	3.20 × 10 ⁵
	10	99.3	2.42	4.42	3.63 × 10 ⁵
	25	101.0	2.46	4.40	3.92 × 10 ⁵
S	0	88.8	2.21	4.11	2.59 × 10 ⁵
	25	100.5	2.53	4.67	4.27 × 10 ⁵

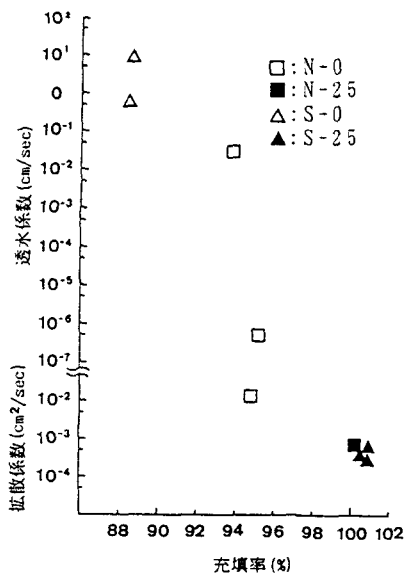


表-3 透水試験結果

種類	締固め回数	充填率 (%)	密度	供試体高さ (mm)	透水試験時間	拡散係数			透水係数		
						換算係数	平均浸透深さ (mm)	$\alpha = t^{1/2}$ $\alpha^2 = \frac{Dm^2}{4t}$ $p = 6 \text{ kg/cm}^2$ の時 $p = 0.976$ (cm ² /s)	計測時間	透水量 (CC)	$K = \frac{hQ}{PA}$ (cm/s)
						α					
N	0	93.8	2.29	92.8	2h				60s	92	3.02 × 10 ⁻²
		94.8	2.30	93.4	48h	175.7	5.83	1.31 × 10 ⁻²			
		95.1	2.28	72.0	48h				17h	2	4.99 × 10 ⁻⁷
	25	100.9	2.46	94.8	312h	319.8	3.00	6.73 × 10 ⁻⁴			
		100.3	2.46	94.5	312h	319.8	3.14	7.37 × 10 ⁻⁴			
S	0	88.2	2.21	94.8	10m				5s	126	5.97 × 10 ⁻¹
		88.3	2.15	94.8	10m				5s	369	8.91 ※
	25	100.5	2.54	93.0	384h	428.3	2.26	4.16 × 10 ⁻⁴			
		100.9	2.53	95.0	384h	428.3	2.93	6.98 × 10 ⁻⁴			
		100.9	2.53	94.0	355h	414.1	1.84	2.88 × 10 ⁻⁴			

※このときの試験水圧は 1 kg/cm²である

図-2 透水係数または拡散係数と充填率の関係

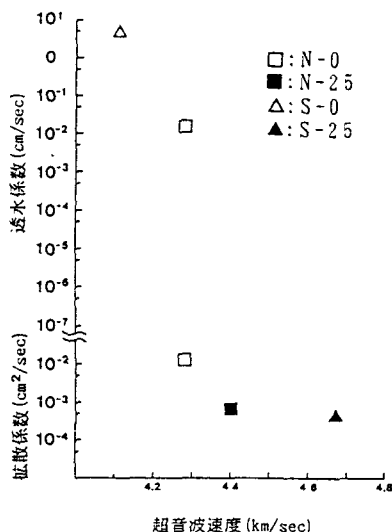


図-3 透水係数または拡散係数と超音波速度の関係