

九州大学 学生員○森住健太郎 九州大学 正会員 阪本好史  
 JR九州 正会員 鶴 英樹 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。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が難しい。

そこで本研究では、水密性を損なう要因として締固め不足を取り上げ、締固め程度を変化させたコンクリートの透水試験を行い、それらの透水性状と同時に実施した非破壊試験結果から、コンクリート内部の水密性を診断する手法について一考察を試みたものである。

2. 実験概要

表-1 コンクリートの配合

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F.M.2.91を使用し、比重はセメント、細骨材及び粗骨材でそれぞれ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。

w/c (%)	s/c	s/a (%)	単位重量 (kg/m <sup>3</sup> )						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

また、締固めは円柱供試体(φ15×30cm)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、締固め程度は次式の充填率で評価した。

$$\text{充填率} = \frac{\text{コンクリートと型枠の重量} - \text{型枠の重量}}{\text{配合から決まるコンクリートの理論重量}} \times 100 (\%) \quad \text{----- (1)}$$

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10cmに切断し、水圧は6kg/cm<sup>2</sup>、材令は7日で試験した。

非破壊試験は、超音波速度及び動弾性係数の測定を材令7日で実施した。

3. 実験結果及び考察

締め固め程度を変えた各供試体について、(1)式による充填率と動弾性係数の測定結果を図-2に示す。締め固めをしない場合の充填率はN-0で95%、S-0で90%程度であり、25回締め固めた場合の充填率はNとSのいずれも100%程度であることがわかる。また充填率が低下するとともに動弾性係数も直線的に低下することがわかる。このことから締め固めが不足するとモルタルが十分に回らず内部に空隙が多くなるといえる。とくに粗骨材が多い場合の低下は著しく、締め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。

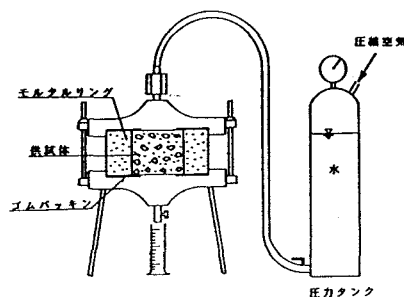


図-1 透水試験装置

次に透水試験結果を図-3に示す。この透水試験では2週間以上でも透水しないことがあり、この場合は供試体を割裂して平均浸透深さから拡散係数を算出した。拡散係数は透水係数とは違うものであるが、

拡散係数で $1 \sim 1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{S}$ は透水係数の $1 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^{-12} \text{ cm}/\text{S}$ の範囲で極めて類似性を示すという村田の研究<sup>1)</sup>をもとに拡散係数 $1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$ を透水係数の $1 \times 10^{-9} \text{ cm}/\text{s}$ として図-3に表している。充填率が低下するとともにコンクリートの水密性は低下していることがわかる。とく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なものとなる。またN-25およびS-25の拡散係数は低いものとなっており、これらのことから施工時に十分な締固めを行うことにより指数関数的に水密性の改善ができることがわかる。

次に充填率 100%での超音波速度を100としたときの各供試体の速度の比と充填率との関係を図-4に示す。充填率が低下するとともに $V/V_{100}$ も低下していることがわかる。よって実構造物においてその超音波速度を測定することにより内部の水密性を知る手がかりになるのではないかと考えられる。また、超音波速度と透水試験結果との関係を図-5に示す。超音波速度は、 $4.1 \sim 4.7 \text{ km}/\text{s}$ とわずか15%程度の変化であるのに対して、透水または拡散係数においては指数関数的に変化していく。したがって実構造物において超音波法を用いて内部の水密性を診断する際には、音速の変化に細心の注意を払う必要がある。

最後に本研究を行うに際し、九州大学の古賀源象技官の多大な協力を得た。ここに深く感謝の意を表します。

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

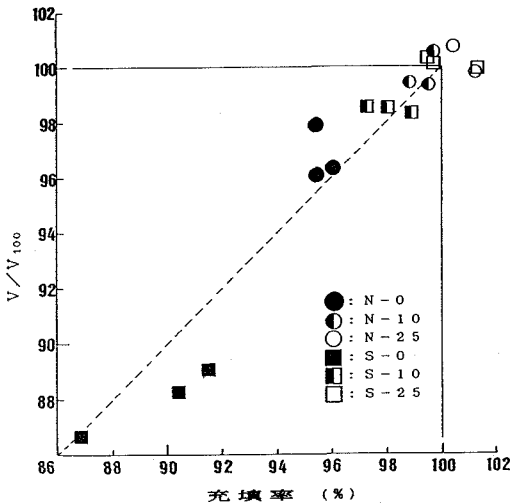


図-4 充填率と $V/V_{100}$ との関係

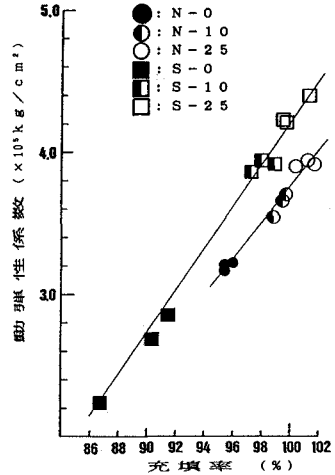


図-2 充填率と動弾性係数の関係

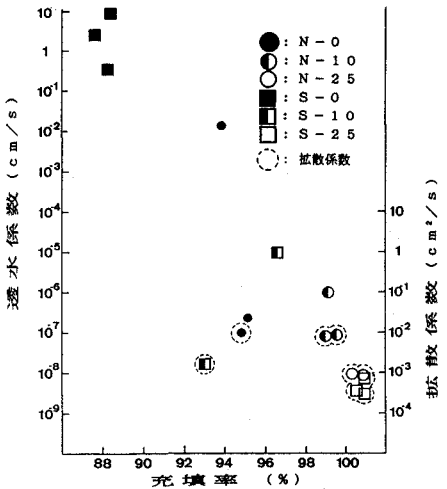


図-3 充填率と透水係数または拡散係数との関係

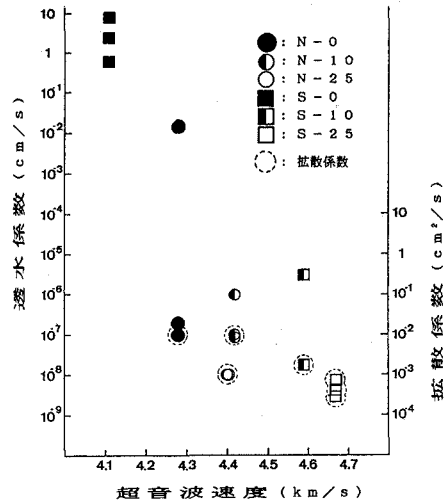


図-5 超音波と透水係数または拡散係数との関係