

## V-292 低品質骨材コンクリートの耐凍結融解性

東海大学海洋土木工学科 正会員 ○ 迫田 恵三  
千葉工業大学土木工学科 正会員 森 弘宏

## 1. まえがき

低比重、吸水率の大きい骨材を用いたコンクリートの凍結融解に対する抵抗性は、良品質骨材を用いたものに比較してかなり劣ることが既にいくつかの報告によって明らかにされている。しかし、これらの品質の劣る骨材でも方法によっては、有効に利用できる可能性も考えられる。そこで本研究では各種の方法を用いることによって、低品質骨材を使用したコンクリートの耐凍結融解改善について実験的に検討を行ったものである。

## 2. 実験概要

この実験に使用した骨材の物理的性質を表-1に示す。本実験で使用した砕砂、砕石は比重、吸水率、安定性、破砕値からみても品質的にかなり劣ることがわかる。凍結融解に対する抵抗性を増すための方法として、以下の5つの方法を用いた。(1)水セメント比の低減、(2)高性能減水剤の使用、(3)良品質骨材との併用、(4)粗、細骨材のどちらかに良品質骨材を使用、(5)鋼繊維の使用。これらの配合については表-2に示す。目標スランプ値は10±2cm、空気量は4±1%とした。供試体の寸法は10×10×40cmのものを使用し、凍結融解試験方法はASTM-C-666に基づいて行った。

## 3. 実験結果及び考察

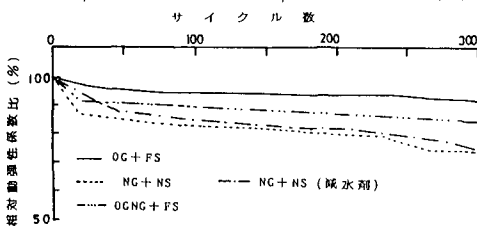
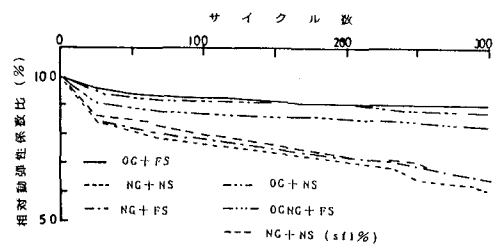
図-1、2は300サイクルまでの相対動弾性係数の変化を示す。粗、細骨材に良品質骨材を使用したものは90%以上の値が得られたが、低品質骨材を使用したものは、水セメント比50%で耐久性の目安である60%をぎりぎりであり、骨材の品質によってかなりの差がみられる。しかし、水セメント比を小さくすることによって、10%程度相対動弾性係数値が大きくなった。次に粗骨材容積の50%を良品質骨材を用いると、水セメント比50%では約20%の改善効果が見られた。図-1の減水剤とあるのは高性能減水剤を使用し、水セメント比を28%にした場合であるが、空気量は1%程度なのに相対動弾性係数比は70%以上を示している。粗骨材が低品質な場合、細骨材に良品質骨

表-1 骨材の物理的性質

|              | F. M | 比重   | 吸水率<br>(%) | 単位容積<br>排出量<br>( $\text{kg}/\text{cm}^3$ ) | 安定性<br>試験<br>(%) | 破砕値<br>(%) |
|--------------|------|------|------------|--------------------------------------------|------------------|------------|
| FS<br>富士川S   | 2.97 | 2.62 | 1.02       | 1.50                                       | 3.2              | 4.7        |
| NS<br>中伊豆砕砂  | 3.00 | 2.53 | 4.86       | 1.37                                       | 19.9             | 10.9       |
| OG<br>大井川G   | 7.10 | 2.64 | 0.81       | 1.66                                       | 4.3              | 9.6        |
| NG<br>伊豆長岡砕石 | 6.95 | 2.37 | 4.66       | 1.32                                       | 12.5             | 26.4       |

表-2 コンクリートの配合

| 配合名               | W/C<br>(%) | W<br>( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | C<br>( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | S<br>( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | G   |     | AE剤<br>( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | SLUMP<br>(cm) | AIR<br>(%) |
|-------------------|------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----|-----|-----------------------------------|---------------|------------|
|                   |            |                                 |                                 |                                 | OG  | NG  |                                   |               |            |
| NG + NS           | 40         | 211                             | 528                             | 676                             |     | 744 | 0.211                             | 10.0          | 4.2        |
| NG + NS           | 50         | 204                             | 408                             | 759                             |     | 773 | 0.163                             | 11.3          | 4.4        |
| NG + NS<br>(SF1%) | 50         | 218                             | 436                             | 832                             |     | 724 | 0.131                             | 8.7           | 4.3        |
| OG + FS           | 40         | 208                             | 520                             | 639                             | 909 |     | 0.208                             | 11.8          | 3.6        |
| OG + FS           | 50         | 187                             | 374                             | 747                             | 978 |     | 0.150                             | 11.4          | 4.0        |
| OG + NG + FS      | 50         | 192                             | 384                             | 738                             | 458 | 410 | 0.150                             | 9.5           | 3.7        |
| NG + FS           | 50         | 194                             | 388                             | 757                             |     | 839 | 0.155                             | 8.7           | 4.6        |
| OG + NS           | 50         | 199                             | 398                             | 724                             | 925 |     | 0.159                             | 12.0          | 4.7        |

図-1 相対動弾性係数の変化  
(W/C=0.4)図-2 相対動弾性係数の変化  
(W/C=0.5)

材を用いるとあきらかに効果は認められる。しかし、細骨材が低品質であっても粗骨材が良品質であれば、水セメント比が50%でも良品質骨材コンクリートに近い値がえられた。

低品質骨材は耐久性及びあわせてコンクリートの強度に与える影響も無視できない。図-3は標準養生した圧縮強度と耐久性指数の関係を示したものである。土木種造物でよく用いられる240号と耐久性指数60%を基準にして考えてみると、いずれの配合においても基準を満足する結果がえられた。粗、細骨材とも低品質な骨材を用いたコンクリートは水セメント比50%の場合、圧縮強度、耐久性指数とも基準すれすれであるが、水セメント比を小さくすることによって、耐久性、圧縮強度とも大いに改善できる。また、良品質骨材との併用、高性能減水剤を使用することによってかなりの効果がみられた。

凍結融解作用によってコンクリートは表層、内部の損傷が考えられる。図-4、5、6は凍結融解後、及び標準養生を行った試体の両端をカットし、圧縮強度比、動弾性係数比、縦波速度比を求めたものである。水セメント比40%の場合には圧縮強度比が大きい、水セメント比50%ではどの配合をみても、圧縮強度比は50~60%の範囲にある。高性能減水剤を使用したものはたとえ、粗、細骨材に低品質なものを使用しても、圧縮強度比は約90%の値がえられた。以上のことから水セメント比を低減することによって、セメントペーストが緻密になり、凍結融解に対する抵抗性が増し、圧縮強度比が大きくなったものと考えられる。

図-5の動弾性係数は縦振動法によって求めたものである。水セメント比50%で良品質骨材コンクリートと低品質骨材コンクリートを比較すると、たわみ振動法によってえられた動弾性係数比は約30%の差がみられる。しかし、縦振動法でえられた結果について比較すると、両者には大きな差異はみられない。

図-6は超音波法によって求めた縦波速度の結果を示す。凍結融解作用によってコンクリート内部にヒビ割れが生じ、縦波速度も低くなるものと考えられるが、粗、細骨材とも低品質なものを用いたコンクリートでも、縦波速度比は90%以上の値を示している。このことは凍結融解による内部損傷が少ないことを示すものと考えられる。

#### 4. あとがき

低品質骨材を用いたコンクリートの凍結融解性を増すために各種の方法を用いて実験を行った。その結果、本実験に用いた骨材については、水セメント比の低減、高性能減水剤の使用、良品質骨材との併用によって十分、耐久性のあるコンクリートが得られた。

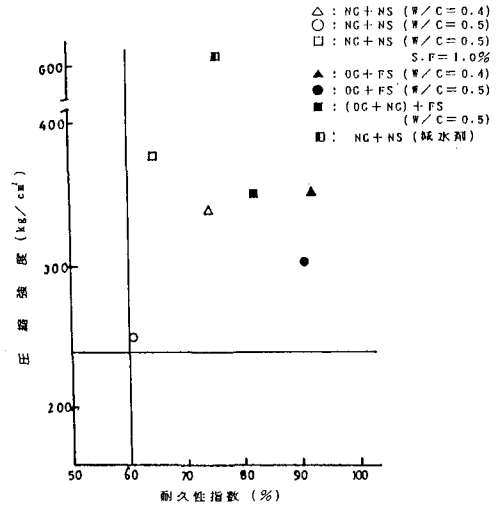


図-3 耐久性指数と圧縮強度の関係

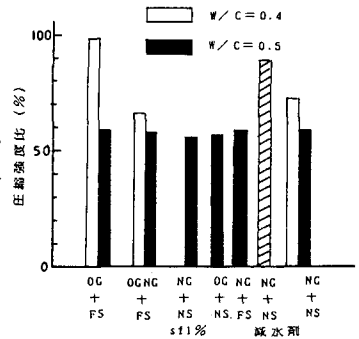


図-4 配合別にみた圧縮強度比

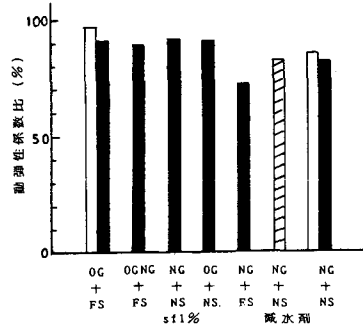


図-5 配合別にみた動弾性係数比

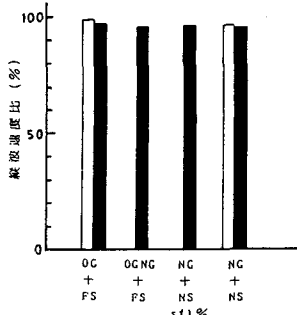


図-6 配合別にみた縦波速度比