

北海道工業大学土木工学科 正員 ○畑中 裕

〃 〃 犬塚 雅生

〃 〃 堀口 敬

## 1. まえがき

産地を異にする2種の北海道産骨材について、これを使用したコンクリートの凍結融解作用による圧縮強度の低下と、それを与える諸因子の影響について実験を行った。従来、各影響因子を単因子として取上げたこの種の実験は数多いが、影響因子の相対的な評価が難しいので実験計画法L<sup>27</sup>直交表より供試体を作製した。

表-1. 割付因子水準表

| 因子      | 単位                | 水準1     | 水準2   | 水準3   |
|---------|-------------------|---------|-------|-------|
| 水セメント比  | パーセント             | 55      | 60    | 65    |
| 空気量     | パーセント             | 3       | 5     | 8     |
| 単位セメント量 | Kg/m <sup>3</sup> | 245     | 225   | 208   |
| 凍結融解    | サイクル              | 0       | 30    | 60    |
| 養生期間    | 日                 | 14      | 28    | 56    |
| 配合比     | S : G             | 1 : 1.5 | 1 : 2 | 1 : 3 |

## 2. 実験概要

実験因子と水準は表-1のようである。なお、A E剤はヴァイソル 70 L (山崎化学KK) であり空気量はA E剤との相関結果を実験によって求め、A E剤の混入量によって管理した。使用した骨材については表-2の通りである。又、L<sup>27</sup>直交表による供試体の割付けは表-3 (次頁) のようである。

表-2. 骨材の物理試験結果

| 種別 | 細骨材  |      |       |      |        |     | 粗骨材  |      |      |       |        |      |
|----|------|------|-------|------|--------|-----|------|------|------|-------|--------|------|
|    | F.M. | 比重   | 吸水量   | 表面水量 | 単位体積重量 | 安定性 | F.M. | 比重   | 吸水量  | すりへり量 | 単位体積重量 | 安定性  |
| A  | 2.67 | 2.56 | 2.45% | 0.12 | 1.686  | 5.8 | 6.91 | 2.68 | 1.60 | 27.4% | 1.693  | 10.5 |
| B  | 2.71 | 2.64 | 3.13% | 0.05 | 1.692  | 4.6 | 7.04 | 2.72 | 1.35 | 28.3% | 1.662  | 11.0 |

## 3. 実験結果と考察

表-3の測定結果を骨材種別に分散分析を行い、危険率5% (\*) と10% (\*\*) による有意判定、及び寄与率の計算を行った結果を表-4に示す。従来、凍結融解作用に対する抵抗性は適切な凍結空気によって改善されることが知られているが、これを圧縮強度について見ると必ずしも最大影響を与える因子ではなく、かつ、その影響の強さも骨材の性質によって異なるようである。又、単因子別関係を示す図-1 (次頁) のようである。以上をまとめる上次の結論を得る。

1. コンクリート打設から凍結融解作用を開始するまでの時間が圧縮強度変化の最大の要因である。

2. 水セメント比と養生期間の適切な管理により圧縮強度の大半が決定される。

3. 空気量が有意になるような骨材では、最適空

表-4-a A骨材の場合の分散分析結果

| 要因         | 自由度 | F 値     | 因子寄与率 (%) |
|------------|-----|---------|-----------|
| A (養生期間)   | 2   | 32.59** | 29.8      |
| B (水セメント比) | 2   | 39.95** | 36.8      |
| C (セメント量)  | 2   | 3.19    | 2.1       |
| D (配合比)    | 2   | 2.99    | 1.9       |
| F (凍結日数)   | 2   | 18.61** | 16.6      |
| A×B (交互作用) | 4   | 1.24    | 0.5       |
| e (残差)     | 12  |         | 12.3      |
| 合計         | 26  |         | 100       |

表-4-b B骨材の場合の分散分析結果

| 要因         | 自由度 | F 値      | 因子寄与率 (%) |
|------------|-----|----------|-----------|
| A (養生期間)   | 2   | 100.59** | 47.58     |
| B (水セメント比) | 2   | 55.19**  | 26.10     |
| C (セメント量)  | 2   | 2.03     | 1.09      |
| D (配合比)    | 2   | 10.17*   | 4.80      |
| E (空気量)    | 2   | 13.20**  | 6.25      |
| F (凍結日数)   | 2   | 6.99*    | 3.30      |
| A×B (交互作用) | 4   | 7.08*    | 6.69      |
| A×C ( " )  | 4   | 2.91     | 2.74      |
| e (残差)     | 6   |          | 1.45      |
| 合計         | 26  |          | 100       |

表-3 実験計画表及びその結果

| No. | 養生期間<br>(日) | 水セメント比<br>(%) | 単位セメント量<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 骨材配合<br>比 | 空気量<br>(%) | 凍結日数<br>(日) | 圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) |       |
|-----|-------------|---------------|---------------------------------|-----------|------------|-------------|----------------------------|-------|
|     |             |               |                                 |           |            |             | 骨材 A                       | 骨材 B  |
| 1   | 14          | 55            | 245                             | 2:3       | 3 ± 0.5    | 0           | 170.2                      | 176.5 |
| 2   | 14          | 55            | 225                             | 2:4       | 5 "        | 15          | 130.8                      | 147.3 |
| 3   | 14          | 55            | 208                             | 2:5       | 8 "        | 30          | 88.9                       | 128.9 |
| 4   | 14          | 60            | 245                             | 2:4       | 5 "        | 15          | 96.5                       | 135.3 |
| 5   | 14          | 60            | 225                             | 2:5       | 8 "        | 30          | 63.5                       | 97.8  |
| 6   | 14          | 60            | 208                             | 2:3       | 3 "        | 0           | 129.5                      | 167.6 |
| 7   | 14          | 65            | 245                             | 2:5       | 8 "        | 30          | 52.1                       | 72.4  |
| 8   | 14          | 65            | 225                             | 2:3       | 3 "        | 0           | 118.1                      | 132.7 |
| 9   | 14          | 65            | 208                             | 2:4       | 5 "        | 15          | 72.4                       | 152.4 |
| 10  | 28          | 55            | 245                             | 2:3       | 5 "        | 30          | 157.5                      | 226.1 |
| 11  | 28          | 55            | 225                             | 2:4       | 8 "        | 0           | 172.7                      | 240.0 |
| 12  | 28          | 55            | 208                             | 2:5       | 3 "        | 15          | 125.1                      | 248.9 |
| 13  | 28          | 60            | 245                             | 2:4       | 8 "        | 0           | 151.1                      | 190.5 |
| 14  | 28          | 60            | 225                             | 2:5       | 3 "        | 15          | 120.3                      | 184.1 |
| 15  | 28          | 60            | 208                             | 2:3       | 5 "        | 30          | 110.5                      | 194.9 |
| 16  | 28          | 65            | 245                             | 2:5       | 3 "        | 15          | 92.1                       | 134.0 |
| 17  | 28          | 65            | 225                             | 2:3       | 5 "        | 30          | 95.3                       | 170.8 |
| 18  | 28          | 65            | 208                             | 2:4       | 8 "        | 0           | 116.8                      | 156.2 |
| 19  | 56          | 55            | 245                             | 2:3       | 8 "        | 15          | 219.1                      | 198.8 |
| 20  | 56          | 55            | 225                             | 2:4       | 3 "        | 30          | 174.0                      | 215.9 |
| 21  | 56          | 55            | 208                             | 2:5       | 5 "        | 0           | 194.9                      | 207.6 |
| 22  | 56          | 60            | 245                             | 2:4       | 3 "        | 30          | 156.8                      | 210.2 |
| 23  | 56          | 60            | 225                             | 2:5       | 5 "        | 0           | 171.5                      | 197.5 |
| 24  | 56          | 60            | 208                             | 2:3       | 8 "        | 15          | 136.5                      | 186.0 |
| 25  | 56          | 65            | 245                             | 2:5       | 5 "        | 0           | 134.6                      | 180.3 |
| 26  | 56          | 65            | 225                             | 2:3       | 8 "        | 15          | 113.0                      | 166.4 |
| 27  | 56          | 65            | 208                             | 2:4       | 3 "        | 30          | 104.8                      | 172.1 |

注: 凍結回数は1日2サイクル行つたので日数の2倍となる。

気量が見られる。

#### 参考文献

- 1) 「新版 実験計画法 上」 田口玄一著
- 2) 「コンクリート用化学混和剤」 日本材料学会

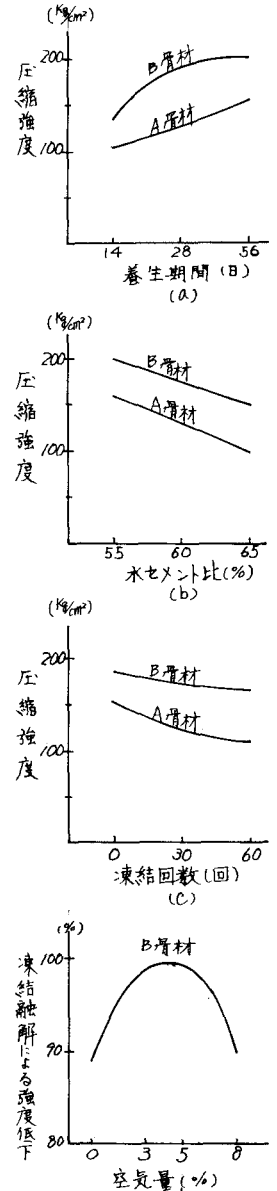


図-1. 単因子別による関係