

ハル工業高等専門学校 正会員 ○今野克彦, 青藤 進, 菅原 隆

### 1. まえがき

本研究は、種々の実験要因の曲げ強度に対する効果を分散分析を用いて、また、鋼繊維の分散度と密度(中間的要因)の曲げ強度に対する効果を重回帰分析を用いて検討することによって、鋼繊維補強コンクリートにおいては、分散度と密度が曲げ強度の重要な変動要因となることを示そうとするものである。

### 2. 実験概要

実験は、IとIIに分けて行っており、各々の実験の要因と水準は、表1、表2に示す通りである。

表1. 実験Iの要因と水準

| 要因            | 水準       | 1         | 2     | 3 |
|---------------|----------|-----------|-------|---|
| A: 鋼繊維の混入率(%) | 0.5 %    | 1.0 %     | 1.5 % |   |
| B: 鋼繊維の種類     | アスペクト比60 | アスペクト比100 |       |   |
| C: 配向法        | 直線状(60S) | 直線状(100S) |       |   |
| D: 締固め法       | 3次元法(3R) | 2次元法(2R)  |       |   |
|               | 変位法(T法)  | バレン法(V法)  |       |   |

( $w/c = 0.45$ , 最大寸法「15mm」, 粗骨材量「20%」, スラング「15±2cm」) ( $w/c = 0.45$ , 鋼繊維「60S」, 配向法「3R」, 締固め法「V法」)

表2. 実験IIの要因と水準

| 要因           | 水準       | 1     | 2        | 3     |
|--------------|----------|-------|----------|-------|
| A:粗骨材の最大寸法   |          | 15 mm | 25 mm    | 40 mm |
| B:粗骨材量(%)    |          | 20 %  | 30 %     |       |
| C:コンクリースラング  | スラング(SL) |       | スラング(SS) |       |
| D:鋼繊維の混入率(%) |          | 1.0 % | 1.5 %    |       |

実験Iにおいては、基準コンクリートの配合は一定としており、実験IIでは、要因と水準のとり方から必然的に配合が異なってくる。供試体は、15×15×53 cmの大きさのもので、1種類のコンクリートについて6個ずつを作成し、材令28日において曲げ強度試験を行った。分散度は、供試体の破断面を36要素に分割して、各要素に含まれる鋼繊維の本数を測定し、次式により分散係数 $\alpha$ を求めて表わしている。また密度 $\rho$ は、全本数を切断面の面積で割って表わしている。

$$\rho = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 / 36}{\bar{x}}, \quad \alpha = e^{-\rho}$$

上式で、 $x_i$ は、要素 $i$ に含まれる本数、 $\bar{x}$ は、その平均である。

### 3. 実験結果

実験Iにおける鋼繊維の混入率と曲げ強度 $\sigma$ との関係を図1に、また実験IIにおける粗骨材の最大寸法と $\sigma$ との関係を図2に示す。

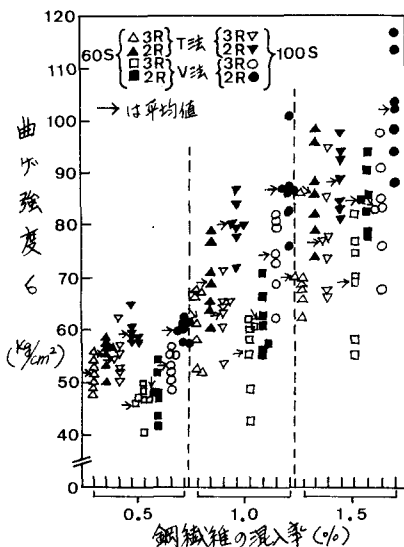


図1. 鋼繊維の混入率と各供試体の曲げ強度 $\sigma$ の関係

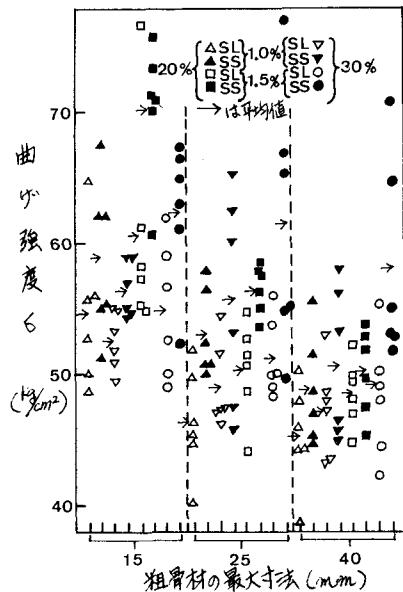


図2. 粗骨材の最大寸法と各供試体の曲げ強度 $\sigma$ の関係

さらに、実験Ⅰの「V法」における分散係数 $\alpha$ 及び密度 $\rho$ と、 $\phi$ との関係を図3、図4に、実験Ⅱの「1.5%」における $\alpha$ 及び $\rho$ と $\phi$ との関係を図5、図6に示す。(実験Ⅰの「T法」と実験Ⅱの「1.0%」の場合は省略)

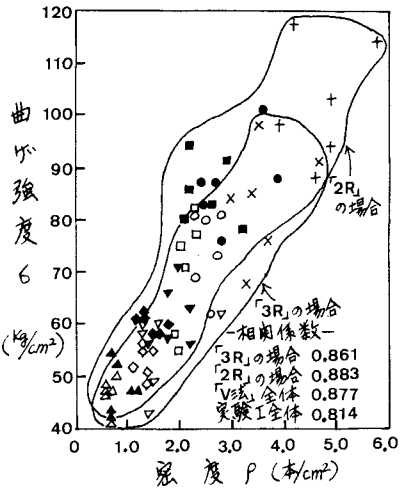
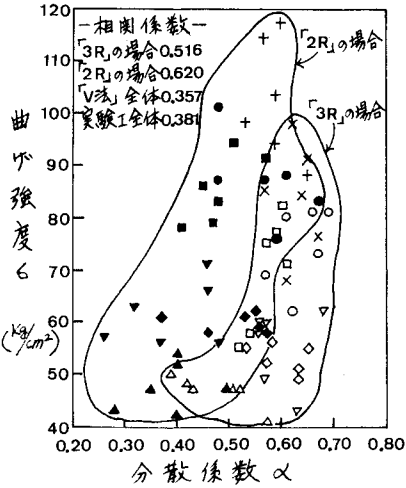


表3. 実験Ⅰにおける分散分析の結果(4元配置法)  
E: 誤差, T: 合計

| 要因  | 曲や強度 $\phi$<br>分散比 $F_0$ | 寄与率 (%) | 合計<br>81.1 % |
|-----|--------------------------|---------|--------------|
| A   | 210.6                    | 55.1    |              |
| B   | 78.5                     | 10.2    |              |
| C   | 75.7                     | 9.8     |              |
| D   | 0.33                     | 0.0     |              |
| A×B | 3.7                      | 0.7     |              |
| A×C | 7.8                      | 1.8     |              |
| A×D | 4.0                      | 0.8     | 18.9         |
| B×D | 21.5                     | 2.7     |              |
| E   |                          |         | 100.0        |
| T   |                          |         |              |

(\*\* 有意水準1%で有意)  
(\* 有意水準5%で有意)

図3. 分散係数 $\alpha$ と曲や強度 $\phi$ との関係(V法の場合) 図4. 密度 $\rho$ と曲や強度 $\phi$ との関係(V法の場合)

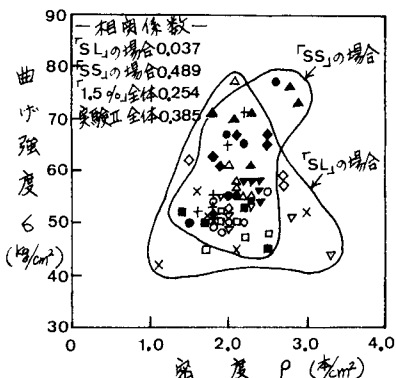
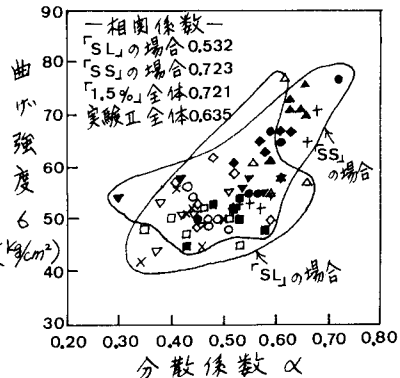


表4. 実験Ⅱにおける分散分析の結果(4元配置法)

| 要因  | 曲や強度 $\phi$<br>分散比 $F_0$ | 寄与率 (%) | 合計<br>54.0 % |
|-----|--------------------------|---------|--------------|
| A   | 38.4                     | 24.1    |              |
| B   | 0.3                      | 0.0     |              |
| C   | 50.4                     | 15.9    |              |
| D   | 29.4                     | 9.1     |              |
| A×B | 8.5                      | 4.9     |              |
| E   |                          |         | 46.0         |
| T   |                          |         |              |

図5. 分散係数 $\alpha$ と曲や強度 $\phi$ との関係(「1.5%」の場合) 図6. 密度 $\rho$ と曲や強度 $\phi$ との関係(「1.5%」の場合)

#### 4. 分析結果

実験要因の曲や強度に対する効果、及び分散度と密度の曲や強度に対する効果をさうにはっきりと把握するため、分散分析及び重回帰分析を行い、整理した結果を表3、表4、図7、図8に示す。

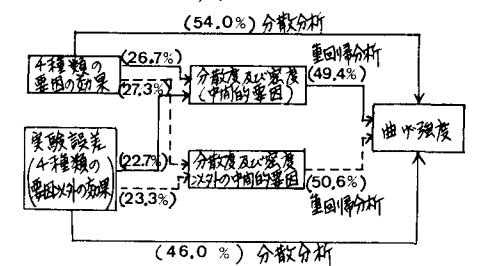
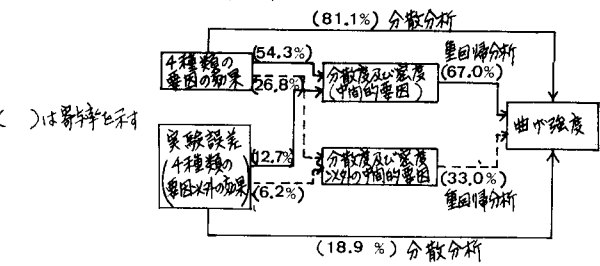


図7. 実験Ⅰにおける要因と曲や強度との関係 図8. 実験Ⅱにおける要因と曲や強度との関係

#### 5. まとめ

図7より分る様に、実験Ⅰにおいては、4種類の実験要因の効果によって、分散度と密度が変化し、この変化が曲や強度に効果を及ぼす率は、54.3%と考えられる。一方、実験Ⅱにおいては、この率は、26.7%と考えられ、実験Ⅱでは、実験Ⅰに比べて実験要因以外の誤差が曲や強度に与える効果を及ぼしていることが分る。