

# IV-5

## セメントの曲げ強サ試験方法に関する一提案

防大 土木工学教室 正 員 加藤清志

防大 土木工学教室 “ 〃 原田精武

防大 研究科 学生員 奥村隆昭

### 1 まえがき

従来のセメントの曲げ強サ試験(JIS R 5201)において用いられている  $b = w \times 0.234$  ( $b$  = 曲げ強サ( $\text{kg/cm}^2$ ),  $w$  = 最大荷重( $\text{kg}$ ))の式は、供試体の破断がすべて最大曲げモーメントの生ずる中央断面に発生するという仮定のもとに成立している。しかしながら、実験的には必ずしもこの仮定が成立するとは言えず、むしろ、強度が増進するにしたがって破断面の位置は中央の最大曲げモーメントの位置から離隔して行く傾向を示している(写真-1, 2, 3)。

一方、中央集中荷重に対する単純梁の曲げモーメントの変化は破断位置によって極めて大きな影響を受けるから、その位置に対応する曲げ破壊係数を算出する<sup>1)</sup>のがもっとも実状に即すると考えらる。この場合は次式を用いる。

$$b = 0.0468 a w$$

$b$  = 曲げ強サ( $\text{kg/cm}^2$ )

$a$  = 梁の破壊断面とこれに近い方の支点との距離を、梁の下面のスパンの方向の中心線にそって測った距離(cm)

$w$  = 最大荷重( $\text{kg}$ )

しかしながら、多数の試料を実験する場合には、事実上そのアーム $a$ の測定にかなりの煩雑さを伴うものである。よって、あらかじめ破断面をスパン中央に生ぜしめるように、供試体下面中央に半径 $R$ のくぼみをつけ、その時の曲げ破壊係数を曲げ強サとして求める<sup>1)</sup>のが賢明である。本報告では、従来のJISの方法(A法と呼ぶ)、破断面位置によって修正した方法(B法と呼ぶ)、およびスパン中央に半径 $R$ のくぼみをつけた方法(C法と呼ぶ)等を実験的に比較検討した。

なお、前報<sup>1)</sup>で示したように、せん断力の影響は無視する。

### 2 実験方法

2-1 使用材料 早強ポルトランドセメントおよび豊浦標準砂を使用した。

2-2 配合 JIS R 5201

2-3 成型と養生 供試体は、JIS R 5201に示されているように、 $4 \times 4 \times 16(\text{cm})$ のものを

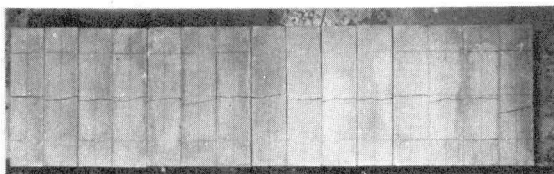


写真-1 曲げ破壊位置(材令1日)

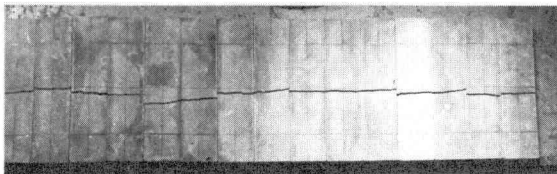


写真-2 曲げ破壊位置(材令3日)

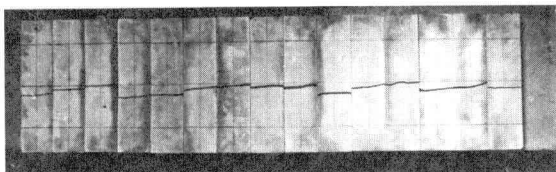


写真-3 曲げ破壊位置(材令7日)

各材令（1日、3日、7日）に対してそれぞれ15本、および、供試体の中央下面に半径R（平均1.9mm、3.1mm、4.5mmで公称寸法はそれぞれ2mm、3mm、4mmとする）のくぼみをつけたものを各材令に対し、それぞれ15本、計180の本作成した。この場合、着床や鉄筋を加えて、写真-4のように接着材でモールドへ固定した。養生その他実験方法はすべてJIS R 5201にしたがった。

### 3 実験結果

#### 3-1 曲げ強サと材令

図-1に示す曲げ強サと材令との関係については、A法で求めた曲げ強サはB法により修正した値よりもより大きくなり、これは1で述べたように実際の曲げ強サを示しているとは考えらるべき。

一方、C法で3.1mmおよび4.5mmのくぼみのある試料の曲げ強サ（図中C(3)、C(4)）はB法で求めた値とほぼ等しくなる。しかし、 $R=1.9\text{mm}$ の値（C(2)）は上記3種のものより一般にかなり小さい。これはRが小さいため、その頂部に応力集中の影響が大きいためであると考えらる。

#### 3-2 曲げ強サと半径R

図-2において、B法とC法で求めた値を比較すると、強度の増加に伴ないその強度差は小さくなり、とくに、 $R=3.1\text{mm}$  および  $4.5\text{mm}$  のものはほとんどその差がなくなる。

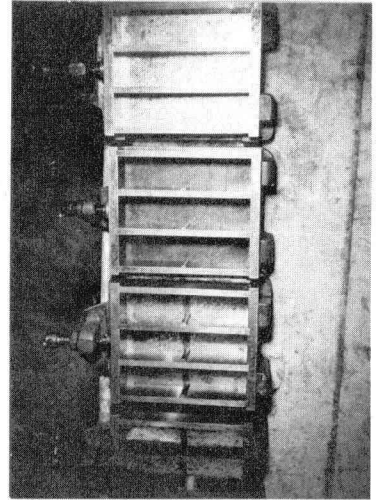


写真-4 試験用モールド

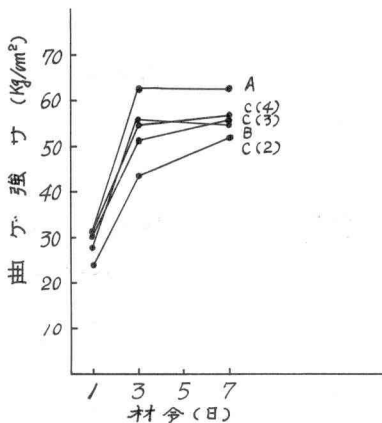


図-1 曲げ強サと材令との関係

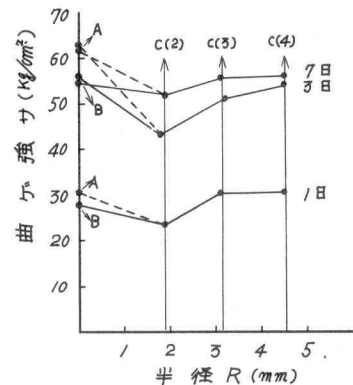


図-2 曲げ強サと半径Rとの関係

#### 3-3 各方法で求めた強度の分散

各種試験法によるデータの分散は、その試験法自体の信頼性に関係してくる。図-3～図-7に示すように、各種試験法について強度分散を検討すれば、A法およびB法による分散はC法に比べて極めて大きく、とくに強度増進したがいその分散の程度は大きくなっていることがわかる。

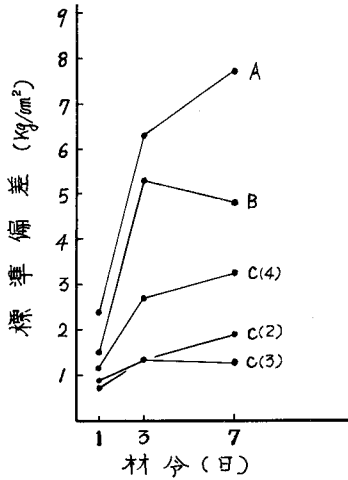


図-3 標準偏差と材令との関係

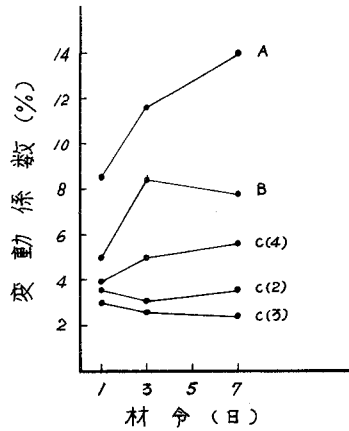


図-4 変動係数と材令との関係

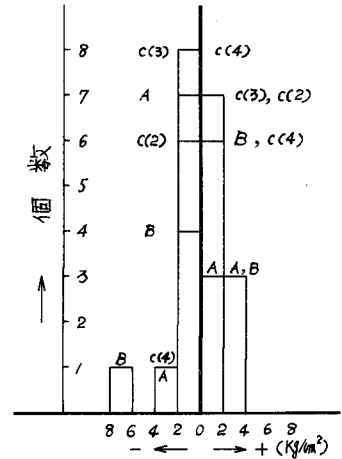


図-5 強度の平均値からの偏差と個数との関係(材令1日)

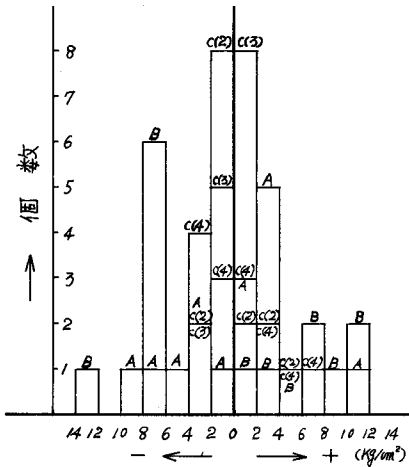


図-6 強度の平均値からの偏差と個数との関係(材令3日)

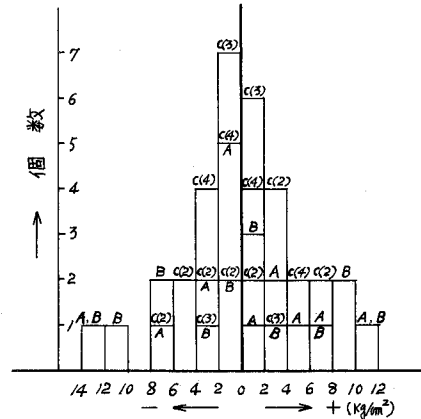


図-7 強度の平均値からの偏差と個数との関係(材令7日)

この実験から、C法中の $R=3.1/mm$ のもの(C(3))が最も分散は小さい。また、たとえばセメント協会発行のセメント共同試験報告によれば、曲げ強さの標準偏差と変動係数は表-1のとおりである。試験数の問題はあるが、本実験による標準偏差・変動係数とこの表のそれらとを比較すれば、C法による試験値がより信頼性の高いものであることがわかる。

#### 4 おおひ

従来の3連モールドに若干の加工を施して破断位置を制御し、強度の分散のみならず、できるだけ真の強度に近づけるのが合理的である。

曲ゲ強サを求める方法のうち、A法ではあまり正確な値を求めることはできず、またB法では結果の分散がA法に比して小さいが修正に煩雑さを伴なう。したがって、3-2および3-3で述べた理由によって、供試体の中央下面に半径  $R=3\text{mm}$  程度のくぼみをつ

けたものを試験用供試体として採用するのが望ましいと考えられる。この場合、筆者等の実験によれば、破断面は必ず供試体スパン中央となるので、曲ゲ強サの算定には次式を用いければよい(写真-5, 6, 7)。

$$b = w \times 0.296$$

$$b = \text{曲ゲ強サ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$w = \text{最大荷重 (kg)}$$

なお、A法の破断の様相については、強度増進にしたがい、(i) 破断位置はスパン中央から離れて行く、(ii) 強度の標準偏差は増大する、(iii) 曲線は *negatively skew* となる。この事実 *Weakness-Link Theory*<sup>4)</sup> に対応して説明される。

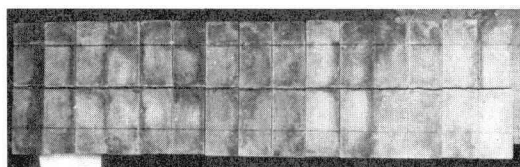


写真-5 供試体の破断状況 (R = 1.9mm)

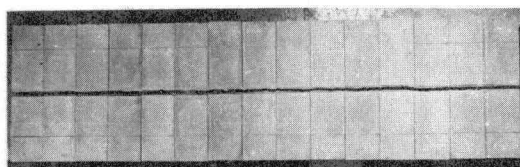


写真-6 供試体の破断状況 (R = 3.1mm)

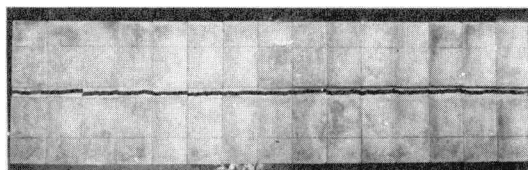


写真-7 供試体の破断状況 (R = 4.5mm)

#### 参考文献

- 1) 加藤清志; セメントの曲ゲ強サ試験方法に関する一提案 コンクリート製品
- 2) 西田正孝; 応力集中 森北出版
- 3) セメント共同試験報告; セメント協会 1967
- 4) W.H Walton; *Mechanical Properties of Non Metallic Brittle Materials*