

折曲げ試験によるコンクリートの曲げ強度の測定

岐阜大学工学部 正 小柳 治 正 六郷恵哲
 正 内田裕市 学 瀨古繁喜
 学 加藤英徳 水町 実

1. まえがき

既設コンクリート構造物の強度や劣化度を診断するには、Break Off試験法などの非破壊試験法が有効である。Break Off試験は、構造物のごく局部的な破壊にとどめて強度を測定することができる試験法である。しかしながら、このBreak Off試験により求めた曲げ強度は、試験体の寸法や形状の影響を受けることが知られている。本研究では、Break Off試験に準じた試験（以下折曲げ試験と呼ぶ）と、JISの標準3等分点曲げ試験(JIS A 1106)を行い、折曲げ試験から得られた曲げ強度に及ぼすせん断力の影響と、断面形状の影響について、有限要素法解析による結果を併用し、考察した。

2. 実験と解析の概要

表-1 に示すような寸法の片持ちはり状の試験体になるように、スリットをカッター及びコアドリルで大型コンクリートブロック（幅18cm×高さ15cm×長さ65cm）に加工し、折曲げ試験を行った。

早強ポルトランドセメントおよび最大骨材寸法15mmの粗骨材を用いたコンクリートにより大型コンクリートブロックを作製した。材令2日で脱型後、材令2週でスリットを加工し、脱型から試験3日前までは実験室内で湿布養生をして、材令3週で載荷試験を行った。材令3週におけるコンクリートの圧縮強度（ $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ 供試体）、割裂引張強度（ $\phi 15\text{cm} \times 15\text{cm}$ 供試体）、曲げ強度（ $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 40\text{cm}$ 供試体）は、それぞれ、 225kgf/cm^2 、 21.5kgf/cm^2 、 29.2kgf/cm^2 であった。

折曲げ試験では、図-1 に示すように油圧ジャッキを用いて載荷を行った。断面寸法が同じ供試体（円柱または角柱）を試験体上部にエポキシ系接着剤接着し、油圧ジャッキによる載荷が可能となるようにモーメントアームを延長した。ジャッキ先端に取り付けたロードセルで荷重を測定し、荷重-載荷点変位曲線を記録した。

解析による曲げ強度は、図2 に示すような引張軟化曲線を組み込んだ有限要素法解析により求めた。引張軟化曲線の f_t には実測した割裂引張強度を用い、 G_F の値は過去の実測例を参考にして決めた。破壊域においてはせん断剛性の低減を行っていない。

表-1 試験体の種類(断面)

| 断面形状 | 正方形 | 円形 |
|----------|-----------|--------------------|
| 断面寸法 | 10cm×10cm | $\phi 10\text{cm}$ |
| スリット深さ | 5cm | 5cm |
| モーメントアーム | 13cm | 13cm |

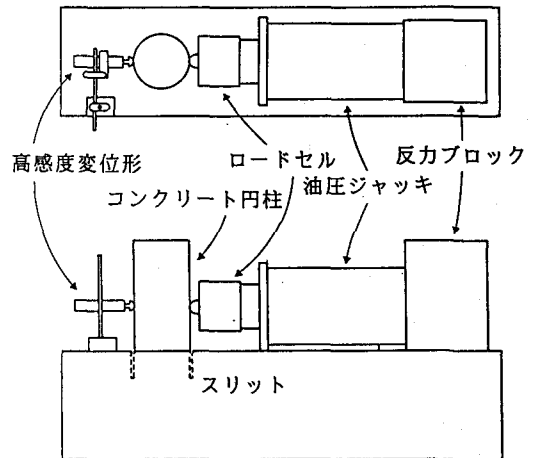


図-1 折曲げ試験
 (試験体が円形断面の場合)

3. 結果と考察

標準3等分点曲げ試験、ならびに折曲げ試験（正方形断面、円形断面）から得られた曲げ強度を図-3に、曲げ強度の実験値と解析値の比較を表-2に示す。モーメントアームを変化させた正方形断面試験体の曲げ強度の解析値を表-3に示す。なお、図-3の中の○印は

平均値を、矢印は実験値の範囲を表わす。

図-3からわかるように、同じ10cm×10cmの正方形断面では、折曲げ試験による曲げ強度は、標準3等分点曲げ試験による曲げ強度よりも約20%大きな値となった。また、折曲げ試験では、円形断面の方が正方形断面に較べ約30%大きな曲げ強度が得られた。このような、試験方法、あるいは断面形状の違いによる曲げ強度の差は、表-2に示すように、解析値でも認められた。

モーメントに対するせん断力の比(P/M)はモーメントスパンの逆数で表される。すなわち、モーメントスパンが20cmのときはこの比は0.05cm⁻¹、13cmの時0.077cm⁻¹、6.5cmのときは0.154cm⁻¹となる。モーメントスパンが短いほど曲げ強度に対するせん断力の影響が大きいと考えられたが、表3に示す解析結果では、曲げ強度に対してはせん断力の影響はわずかであった。

4. あとがき

試験方法および断面形状の違いによる曲げ強度の差が、実験値、および解析値から明かとなった。スリットを加工する簡便さという点からみると、円形断面の試験体で折曲げ試験を行うのがよいと思われる。円形断面の試験体の折曲げ試験から求めるコンクリートの曲げ強度は、断面形状の影響を含んでいることを考慮する必要がある。折曲げ試験において、モーメントスパンの大きさが曲げ強度に及ぼす影響は、解析ではわずかであった。

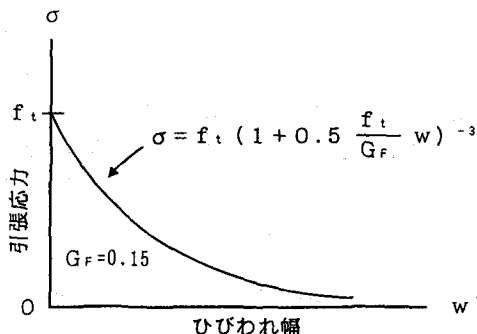


図-2 解析に用いた引張軟化曲線

表-2 曲げ強度の実験値と解析値

| 試験の種類 (断面寸法) | | 実験値 | 解析値 |
|--------------------|----------------|------|------|
| 標準曲げ試験 (10cm×10cm) | | 29.2 | 32.9 |
| 折曲げ試験 | 正方形(10cm×10cm) | 36.0 | 40.1 |
| | 円形 (φ10cm) | 45.8 | 48.1 |

曲げ強度の単位はkgf/cm²

表-3 曲げ強度とモーメントアームの関係(解析値)

| 折曲げ試験 | モーメントアーム | 曲げ強度 | 標準曲げ試験による曲げ強度に対する比 |
|--------|----------|------|--------------------|
| 折曲げ試験 | 6.5cm | 40.5 | 1.23 |
| | 13cm | 40.1 | 1.22 |
| | 20cm | 39.8 | 1.21 |
| 標準曲げ試験 | | 32.9 | — |

曲げ強度の単位はkgf/cm²

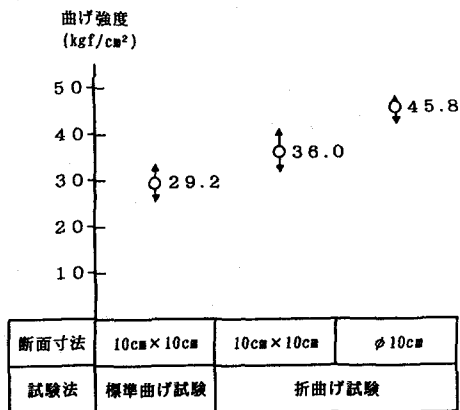


図-3 実験により求めた曲げ強度