

モルタル曲げ供試体における notch 先端からの微小クラックについて

京都大学工学部 正員 丹羽義次

〃 小林昭一

〃 小柳 浩

学生員 〇中川浩二

1. まえがき.

コンクリート構造の複雑化、多様化にともない、コンクリートの基本的な力学的諸性質をあらためて明らかにすることが必要となってきた。特にクラックの発生と伝播の研究は破壊破壊現象を解明するための基礎であり、将来の活発な研究が望まれる。

ここでは数種の深さのスリットを表面に有するモルタル供試体に三等分点曲げ荷重を加え、スリットの両側に 2cm の間隔を有する二点を固定し、荷重と二点間の変位の描く曲線と求めた。この荷重変位曲線との関連において、微小クラックがどのように発生発達し、供試体の破壊にいたるかを検討した。

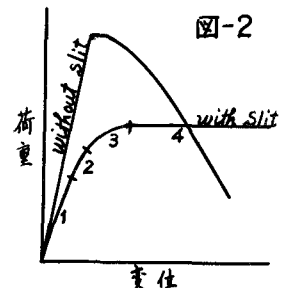
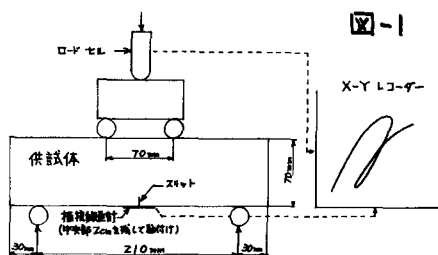
2. 実験.

供試体の配合は宇部社製普通ポルトランドセメントと豊満標準砂を用い、水：セメント：砂比を 0.4:1:1 とした。養生は約 4 週間 20°C 恒温水中にて行ない、試験前日に室内へ取り出し電気抵抗線歪計を貼付した。供試体寸法は 27cm × 7cm × 7cm の角柱とし、中央部側面に幅 0.7mm 深さ 5.0, 10.0, 15.0, 20.0mm のセルロイド板を埋設、適当に硬化後取り除くことによりスリットを作製した。曲げ荷重によるスリットの開きを求めるため、ゲージ長 31mm の電気抵抗線歪計を中央部 20mm を残して両端を接着した。荷重はロードセルを通じて与え、X-Y レコーダーを用いて荷重変位曲線を連続的に求めた。載荷速度は約 35kg/sec とし、レール試験機を用いた。載荷中、繰り返し載荷はあらかじめ荷重変位曲線の勾配あるいは変位量を定めておき、載荷時と同程度の速度で除荷することとした。載荷履歴を受けた供試体を除荷後取り出し、インクをクラックに浸透させることにより、その時のクラック長さ(スリットと微小クラックの和)を求めた。また供試体を切断、細片化することにより発生・成長したクラックの先端位置を求めた。実験のブロックダイアグラムを図-1 に示す。

3. 実験結果と考察.

1. 荷重変位曲線の一例を図に示す。比較のためスリットのない供試体についての荷重変位曲線をあわせて示す。

2. 荷重がある値に達するとさらに荷重の増加はなくとも二点間の変位は増加しやがて供試体は破壊する。応力一定値における変位の増加量は供試体により一定



れない。また変位の増加速度はゆるやかであり、応力が最大値に達してから供試体の崩壊まで秒程度を要するものもある。

3. 所定の変位を与えて除荷し再び載荷し、さらにある量の変位を加えるという方法で繰り返し載荷することにより、変位量をほぼ任意に与えることができる。また繰り返し載荷により一定の変位増分を与えるに必要な荷重はしだいに減少し、荷重変位曲線の勾配はしだいに小さくなる。荷重変位曲線とクラック端の位置の例を図-3、図-4に示す。

4. スリット先端よりの微小クラックは荷重変位曲線の勾配が急変し始める附近で顕著される。また微小クラックは初期においては供試体の両側より成長し中央部ではめづかである。変位の増加とともに微小クラックは成長をつづけ、クラック深さはすぐに一様となる。またクラックの成長により残留面積を元の $1/3$ 以下とすることも可能である。

5. 以上のことより図-2のように荷重変位曲線を分割して考えることができる。すなわち(1)線形領域：荷重変位曲線がほぼ直線である領域。(2)分離領域：めづかに曲率を有する領域。(3)微小クラック領域：明らかな曲率を示し、変位軸と平行になるまでの領域である。以上はクラックの発達状態より次のように説明できる。(1)供試体がほぼ弾性体として作用する領域。(2)スリット先端近くはクラックといえないまでも、骨材とセメントペーストとの分離により非弾性挙動をする領域。(3)スリット先端よりの微小クラックの発生はあるが、その場所は主として供試体の両側に限られる領域。(4)微小クラックは全体均となる領域である。

6. クラック深さ測定のためカッターによる切断、黒インクによる染色という方法を用いた。いづれにしても黒インクの痕跡を認めうる以上の幅のクラックを検出できるものである。

7. 測定された変位量はクラックの開きと両肩の部分、両接合部分の歪による影響との和である。応力解析およびスリットを有さない供試体の荷重変位曲線と考慮すると後者は小さく、ゲージの読み取り歪に20mmを乗じたものとはほぼクラックの開きと考えて良い。

8. 図-5は除荷までの最大変位量とクラック深さとの関係とスリット深さ5mmのものを基準として示している。10, 15, 20mmのスリットの供試体に対してはその深さまでクラックが達するときに伴う変位量を加えて修正を行っている。クラック先端の非弾性化による残留歪を考慮すると図の曲線の勾配はかなり大きくなるであろうと考えられる。

9. 図よりクラック深さと変位量にはある対応関係が存在すると考えられる。このことはクラック両端の変位量と測定することにより、クラック深さを推定できることを示している。

図-3 荷重変位曲線 (スリット 5mm)

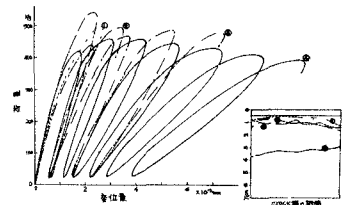


図-4 荷重変位曲線 (スリット 20mm)

