

## コンクリートの引張軟化特性に及ぼす骨材の影響

岐阜大学 学生員 ○名和真一 清水大輔

岐阜大学 正会員 内田裕市 小柳洽

### 1.はじめに

コンクリートの力学的挙動は、その構成材であるセメントモルタルと粗骨材それぞれの力学的性質に加えて、その境界層の付着特性によって影響を受けるとされる。骨材岩種とセメントモルタルとの付着特性については既に多くの研究が行われているが、コンクリートの力学的挙動との関連性となると必ずしも解明されているとはいえない。そこで本報告では、骨材の粒度と付着特性に注目し、破壊力学的手法を用いてコンクリートの力学挙動について検討した。

### 2.実験概要および引張軟化曲線の推定

骨材の影響について、粗骨材量、骨材粒度（粗骨材、細骨材）、粗骨材とモルタルとの付着の4点について検討した。粗骨材量の影響は、コンクリート中のモルタルマトリックスを同一とし、細骨材率を44%、72%、100%の3種類について比較試験を行い、骨材粒度の影響は、水セメント比、骨材量、最大骨材寸法など配合の条件を同一とし、粗骨材については、粗骨材粒度を15-20、10-20、5-20mmの3種類に変化させ、細骨材については、細骨材粒度を5mm以下[全粒度]、1.2mm未満、1.2mm以上の3種類に変化させて比較試験を行った。また付着の影響は、型枠用剥離剤を塗布することで、モルタルとの付着特性を著しく低下させた粗骨材を使用して、配合の条件を同一とし、粗骨材に剥離剤を塗布しないもの[0%]、50%ならびに100%に塗布するものの3種類について比較試験を行った。

表-1 各種コンクリートの圧縮強度と破壊パラメタ

| シリーズ | 供試体名     | 圧縮強度<br>(MPa) | 軟化開始応力<br>(MPa) | 破壊エネルギー<br>(N/m) |
|------|----------|---------------|-----------------|------------------|
| I    | 44%      | 62.3          | 5.68            | 122              |
|      | 72%      | 62.6          | 5.78            | 90               |
|      | 100%     | 70.6          | 6.37            | 67               |
| II   | 15-20mm  | 50.4          | 5.49            | 116              |
|      | 10-20mm  | 51.9          | 5.59            | 126              |
|      | 5-20mm   | 50.3          | 5.10            | 110              |
| III  | 全粒度      | 47.8          | 4.31            | 137              |
|      | 1.2mm 未満 | 44.6          | 4.80            | 122              |
|      | 1.2mm 以上 | 45.2          | 4.80            | 129              |
| IV   | 0%       | 53.3          | 4.90            | 123              |
|      | 50%      | 42.7          | 3.82            | 104              |
|      | 100%     | 39.3          | 2.94            | 127              |

載荷試験機は、手動メカニカルジャッキを取り付けた鋼製フレームにI型鋼製はりを組み込み、剛性を高めたものを使用した。供試体には、10×10×40(スパン30)cmを用い、深さ5cmの切欠きを設けた。載荷方法は、3点曲げ載荷とし、変位をモニターしながら最大荷重以降の軟化域が安定して計測できない場合には、除荷・再載荷を繰り返した。計測項目は、荷重、切欠き口開口変位[CMOD]ならびに載荷点変位の3項目とした。

引張軟化曲線は、橋高らが提案した多直線近似解析法[1]に基づき、荷重-CMOD曲線の実験データを用いて推定した[2]。破壊エネルギーについては、荷重-載荷点変位から算出した。

全供試体の圧縮強度と軟化開始応力(最大引張強度)ならびに破壊エネルギーを表-1に示した。

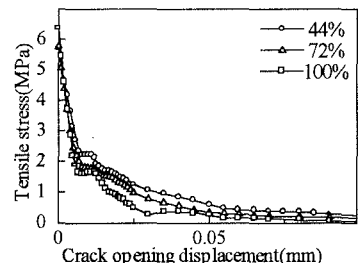
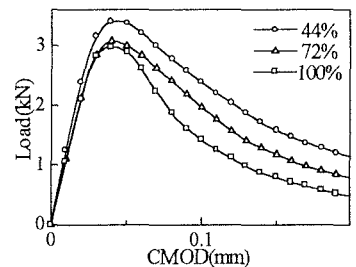


図-1 粗骨材量の影響

### 3.結果および考察

#### I) 粗骨材量の影響

図-1に、曲げ試験から求めた荷重-CMOD曲線と推定された引張軟化曲線を示した。結果から、引張軟化曲線の形状をみると、ひび割れ幅0.015mm以降で差がみられ、粗骨材量が多くなるほど応力低下が緩くなっている。また、破壊エネルギーも粗骨材量が多くなるほど、大きな値を示している。これは、粗骨材の存在によってひび割れの偏向・屈曲などが起こり易く、また粗骨材によるブリッジング作用により破壊時のエネルギー吸収が大きくなったと考えられる。

#### II) 粗骨材粒度の影響

図-2に、曲げ試験から求めた荷重-CMOD曲線と推定された引張

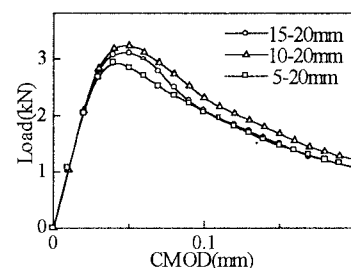


図-2 粗骨材粒度の影響

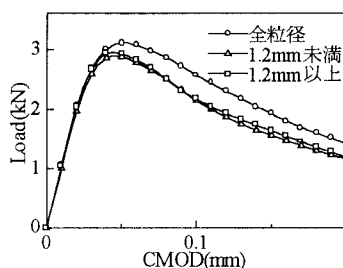


図-3 細骨材粒度の影響

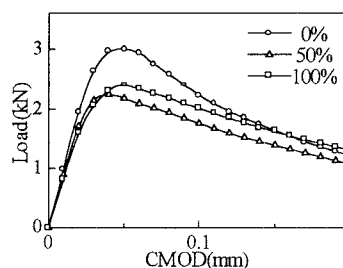
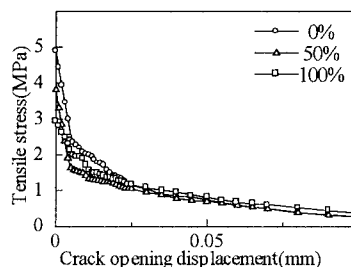
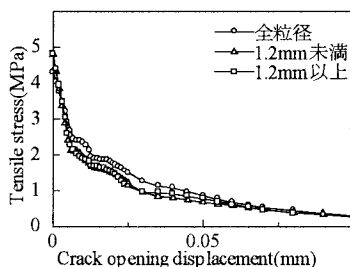
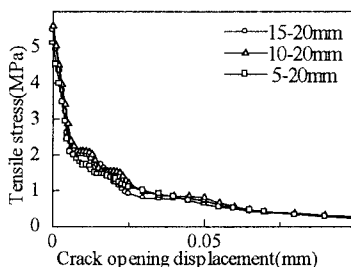


図-4 付着による影響



軟化曲線を示した。結果から、推定された引張軟化曲線の形状に僅かな違いがみられるが、圧縮強度、軟化開始応力などには、差がみられなかった。また、破壊エネルギーに関しては、10-20mmの供試体が大きな値となっているが、それほど明瞭な差とはいえず、骨材の最大寸法が同一の場合、粗骨材の粒度の影響はほとんどないといえる。

### III) 細骨材粒度の影響

図-3に、曲げ試験から求めた荷重-CMOD曲線と推定された引張軟化曲線を示した。結果から、細骨材に全粒度を使用した供試体の破壊エネルギーが一番大きくなったが、引張軟化曲線の形状は、他の供試体とほぼ一致しており、影響が明確には出なかった。また、粒度1.2mm未満と1.2mm以上の供試体の違いは確認できず、今回の実験においては、細骨材粒度の影響はないといえる。

### IV) 粗骨材とモルタルとの付着による影響

図-4に、曲げ試験から求めた荷重-CMOD曲線と推定された引張軟化曲線を示した。試験を行った結果、剥離剤を塗布した供試体の破断面にある粗骨材は、界面で割れているものが多数認められ、それは50%の供試体よりも100%の供試体の方がより顕著に観られた。また、圧縮強度、軟化開始応力からも粗骨材とモルタルとの付着強度が低下しているといえる。しかしながら100%の供試体は、他の供試体よりも破壊エネルギーの値が大きくなっており、また引張軟化曲線の形状をみても応力低下は緩くなっている。このことから、付着力の減少により破壊エネルギーが小さくなるとは限らず、むしろ今回の実験では、大きな値となった。

## 4.まとめ

骨材の最大寸法を同一とした場合、骨材の粒度は軟化特性に対しほとんど影響を及ぼさないが、粗骨材量および付着特性については、その影響の大きいことが確認された。

### 【参考文献】

- [1] 橘高義典、上村克郎、中村成春：コンクリートの引張軟化曲線の多直線近似解析、日本建築学会構造系論文報告集、第453号、pp.15-25、1993.11
- [2] 栗原哲彦、安藤貴宏、国枝稔、内田裕市、六郷恵哲：多直線近似法による引張軟化曲線の推定と短繊維補強コンクリートの曲げ破壊性状、土木学会論文集、No.532/V-30、pp.119-129、1996.2