

コンクリートガラの子破砕強度

日立建機(株)	正会員	○池間	健仁
筑波大学	正会員	松島	亘志
筑波大学	正会員	山田	恭央

1. はじめに

コンクリートガラとは、建築物躯体に供されているコンクリートを40mm程度までに細かく破砕したもので、既存建物の解体に伴い発生する建設副産物である。コンクリートガラは舗装道路の下層に敷く路盤材として利用されているが、その粒子破砕強度についての知見が必要となる。今回、コンクリートガラを対象に粒子破砕強度について実験を行なった。

2. 実験方法

一軸圧縮試験機を利用して、大きさの異なるコンクリートガラを99個破砕した。粒子は平板に安定する方向に置き、下側を上昇させて、粒子を上下にはさむようにして荷重を与えた。上下共に平板であるため、粒子とは下側は最大3点、上側は1点で接触していると考えられる。荷重の計測にはロードセル(最大計測荷重: $1.0 \times 10^4 \text{N}$ 、分解能: $4.0 \times 10^{-3} \text{N}$)を、また変位の計測には接触型変位計を使用した。変位速度は1mm/分とし、荷重計の値を1[ms]間隔で計測した。さらに破砕時のコンクリートガラの姿勢も同時に記録した。

実験においては、ロードセルの最大計測荷重を超過することもあったが、この場合は計測対象から除外した。

コンクリートガラは破砕前後に産業用X線CTによって断面画像を撮影した。これにより、コンクリートガラの外部形状と内部構造を把握し、粗骨材比率を調べた。

Fig.2に、コンクリートガラの破砕前後におけるX線CT画像の一例を示す。より白く映っている部分が粗骨材であり、その他はモルタルである。

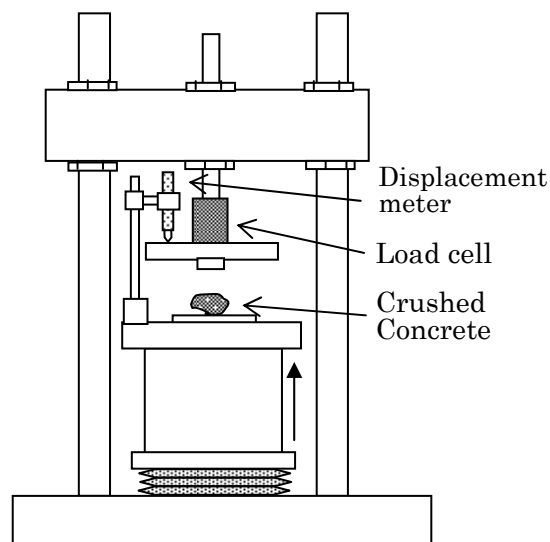


Fig.1 concrete crushing apparatus

3. 結果及び考察

中田ら¹⁾は、砂粒子について単粒子破砕実験を行い、粒子径と破砕強度との関連について調べている。コンクリートは、セメント水和物と骨材から成る複合材料であるため、砂とは異なる強度特性が見られるものと予想される。中田らは、粒子の初期高さを粒子径とみなしており、本稿でもこれに倣う。

試験によって得られた最大荷重を F_f 、初期高さを d_0 とした場合、最大破砕強度 σ_f を

$$\sigma_f = \frac{F_f}{d_0^2}$$

と定義する。最大破砕強度はコンクリートガラの単位面積当たりの最大荷重であり、粒子の大きさに関わりなく、材質としての強度を知る場合に用いる。

同様に初期荷重 F_c を元に最大破砕強度 σ_c を定義する。初期荷重とは、実験で載荷を初めて最初に荷重が大きく落ちたときの荷重を指す。コンクリートガラの破砕では、概して初期破砕強度よりも最大破砕強度が大きい、これは実験初期に相対的に強度の低いモルタル部分が破砕されたときの荷重を初期荷重として、また強度の高い骨材が

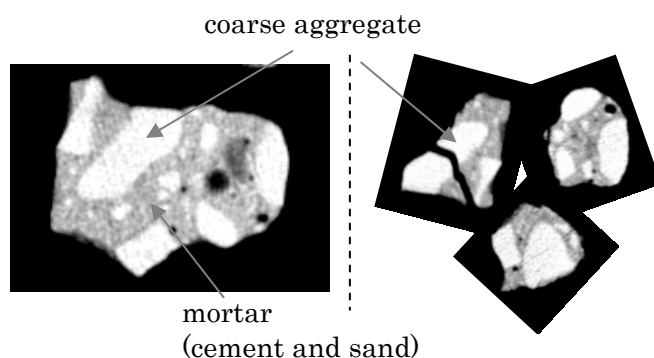


Fig.2 X-ray CT Data before(left) and after(right) crushing

連絡先 〒300-0013 茨城県土浦市神立町 650 番 日立建機(株) 技術開発センタ TEL: 029-832-7195

破碎されたときの荷重を最大荷重として、それぞれ計測しているためと考えられる。また、破碎の過程においてモルタルは細くなってしまい、破碎後には骨材が残りやすくなる。Fig.2からも破碎後のコンクリートガラには、粗骨材が多く残っていることが分かる。

Fig.3 に最大破碎強度、初期破碎強度と粒子径の関係を示す。一般に、粒子径が大きいほど、粒子に含まれる内部欠陥の数が増え、強度が低下するとされており、本実験においても、その傾向が現れている。

図中には中田らの結果を合わせて図示している。中田らは粒子径と最大破碎強度の関係について、両対数グラフで傾き-0.79の直線関係が得られ、砂の種類に関わらず適用できるとしている。

今回の実験結果から求めた初期破碎強度は中田らの直線の延長線下側に分布し、その近似線の傾きは中田らの直線よりも大きく、-1.1 程度である。これは粒子径が大きくなるとより急に破碎強度が低下するということを意味している。コンクリートガラは砂に比べて内部構造が不均質であり、モルタル部に応力集中が生じやすいため、このような結果になったと考えられる。一方、最大破碎強度は中田らの直線の延長線上側に分布している。これは骨材が砂粒子に比べて表面が滑らかで応力集中が生じにくいことや、破碎応力の定義式に初期高さをを用いていることなどが原因として考えられるが、今後の詳細な検討が必要である。

Fig.4 に粒子径ごとの粗骨材比率と最大破碎強度の関係を示す。Fig.2 で示した X 線 CT 断面画像を元に、コンクリートガラ中の粗骨材体積比率を求めた。

コンクリートガラ粒子中、相対的に強度の高い骨材の比率が増大することによって、破碎強度も増加すると考えるのが自然であるが、粗骨材体積比率と最大破碎強度の間に明確な相関関係は認められない。ここで、Fig.4 について粒子径に注目すると、粗骨材体積比率の増大に伴い、ゆるやかに粒子径が大きくなっていることが分かる。一方、Fig.3 に示したように粒子径が大きくなることによって破碎強度は低下する。この低下分が、粗骨材比率の増大に伴う破碎強度の増加分を打ち消し、見かけ上、骨材体積比率の影響が破碎強度に現れないものと推察される。

粗骨材体積比率と粒子径の間に正の相関が表れる現象については、コンクリートを破碎してコンクリートガラを製造する際に原因があると考えられるが、今後詳細な検討が必要である。

4. まとめ

粒子径の異なるコンクリートガラを一軸圧縮試験機で破碎し、破碎強度を得た。その結果次のことが分かった。

- ・粒子径が大きくなるほど、破碎強度は低下する傾向が見られた。これは一般に知られている傾向と一致する。
- ・砂での中田らの結果に比べ、コンクリートガラは粒子径の増大に伴いより急に破碎強度が低下する。
- ・粗骨材比率と破碎強度の間には明確な関係が見られなかったが、これは骨材比率と粒子径の間に存在するゆるやかな正の相関によって、粗骨材比率の増大による破碎強度の増加を打ち消したものと考えられる。

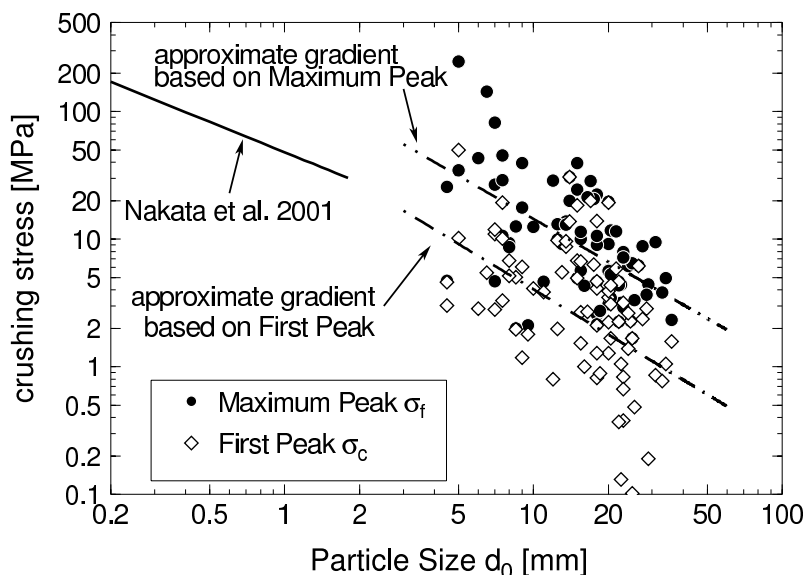


Fig.3 Relationship between Particle Size and crushing stress

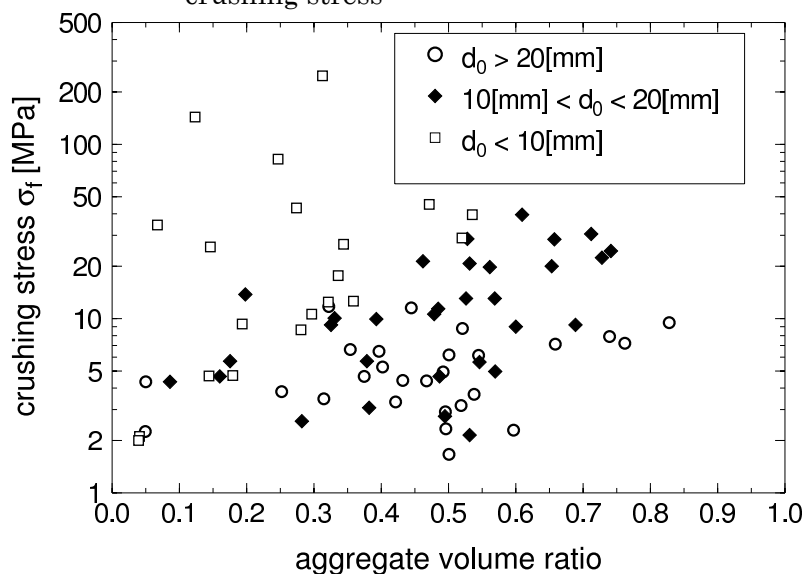


Fig.4 Relationship aggregate volume ratio and crushing stress