

供試体形状及び破壊形態が点載荷試験による破壊強度特性に及ぼす影響

名城大学

竹島 典秀

名城大学

松山 敬充

名城大学大学院 学生会員

浅川 祐人海

名城大学 正会員

石川 靖晃

1. はじめに

点載荷試験は、骨材の破壊強度を推定する上でもっとも有効な手段の一つであり、骨材の破壊強度を推定する指標が各所で提案されている。しかし、いずれの破壊強度指標においても破壊荷重と骨材の形状から破壊強度を算定しており、得られた破壊強度のバラツキが大きいことが報告されている。その要因としては、骨材の材料物性及び形状が大きいからと考えられる。そこで浅井ら<sup>1)</sup>は、材料物性や形状が骨材に比べ明確なモルタル供試体により点載荷試験の検証を行い、同時に上界定理による理論的検討を行った。その結果、載荷点間距離が2.0cm以上の供試体については破壊強度が精度良く推定される一方で、載荷点間距離が2.0cm以下のものでは破壊強度の精度良い推定は困難であることを示している。その要因としては、上界定理による破壊形式のモデルと、実際の破壊形態との違いからではないかと考えられるが、それについては詳しく検討されていない。さらには、浅井らの検討では点載荷試験に用いたモルタル供試体は角柱のみであり、形状に関する検討が十分であるとは言い難い。

そこで本研究では、角柱と球体のモルタル供試体に対して点載荷試験を実施し、形状及び破壊形態が破壊強度指標に及ぼす影響について詳細に検討を行った。

2.モルタル供試体の点載荷試験概要

本研究で使用したモルタルは、水セメント比0.45、砂セメント比1.5で、高性能AE減水剤はセメント量の3%を使用し、材齢3日とした。供試体形状は立方体に整形された角柱と球形のものを製作した。製作した角柱の一边の長さは1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0 (cm)、球の直径は1.8、4.0 (cm)である。それを載荷部分が凸(先端 $r=5\text{mm}$ )になっている試験機(図-1)を用いて点載荷試験を行い、破壊荷重を測定した。同時に、同様の配合で $\phi=1.0$ 、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0 (cm)、高さ $2\phi$ の円柱供試体を作成し、割裂試験を行い、各円柱供試体の圧裂引張強度 $S_t$ を測定した。なお、各クラスの試験個数を表-1に示す。表-1に示された寸法の意味は、角柱供試体については一边の長さであり、球、円柱供試体については直径の長さである。

表-1 各クラスの試験個数

| 寸法    | 1.0cm | 1.5cm | 1.8cm | 2.0cm | 2.5cm | 3.0cm | 3.5cm | 4.0cm |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 角柱供試体 | 7     | 39    | -     | 20    | 36    | 10    | 16    | 10    |
| 球供試体  | -     | -     | 53    | -     | -     | -     | -     | 12    |
| 円柱供試体 | 9     | 10    | -     | 9     | 8     | 10    | 10    | 7     |

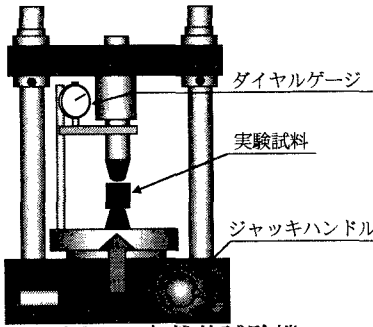


図-1 点載荷試験機

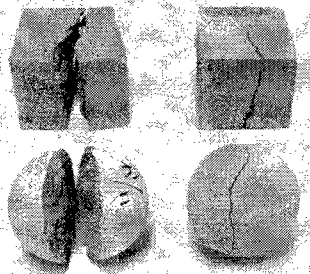


図-2 破壊形態の分類

表-2 破壊形態の割合  
角柱

| 寸法  | 2個割れ | クラック |
|-----|------|------|
| 1.0 | 71%  | 29%  |
| 1.5 | 18%  | 82%  |
| 2.0 | 50%  | 50%  |
| 2.5 | 53%  | 47%  |
| 3.0 | 100% | 0%   |
| 3.5 | 69%  | 31%  |
| 4.0 | 100% | 0%   |

球体

| 寸法  | 2個割れ | クラック |
|-----|------|------|
| 1.8 | 40%  | 60%  |
| 4.0 | 75%  | 25%  |

3.供試体形状及び破壊形態が破壊荷重に及ぼす影響

点載荷試験における破壊形態の分類を図-2、破壊形態の割合を表-2、破壊荷重の変動係数を図-3に示す。ここで図-2の“2個割れ”は完全に供試体が真っ二つになる破壊形態、“クラック”は“2個割れ”以外の破壊形態を指す。表-2より、供試体の寸法が小さくなるほどクラックの割合が増えているという結果が得

られた。また図-3 より、供試体寸法が大きくなるほど点載荷試験の破壊荷重のバラツキが大きいことが確認された。さらに、角柱、球のどちらの供試体においても、おおまかにではあるが破壊形態が2個割れの時の方がクラックの場合と比べ、変動係数が低いという結果が得られた。

#### 4. 供試体形状及び破壊形態が破壊強度指標に及ぼす影響

次に、点載荷試験の破壊荷重の平均を取り、平松・岡ら<sup>2)</sup>による破壊強度指標を算出し、圧裂引張強度 $S_t$ との関係性を評価する。破壊強度指標 $\sigma_h$ は次式で算出される。

$$\sigma_h = 0.9 \frac{P}{D^2} \quad (1)$$

ここで、 $P$ は破壊荷重の平均値、 $D$ は載荷点間距離である。

平松・岡らによる破壊強度指標と圧裂引張強度の関係を、寸法

が2.5cm以下の角柱供試体と、それより大きな角柱と球形供試体とに分けて図-4に示す。

但し、図中の数字は供試体寸法(cm)である。

図-4より、寸法が2.5cm以下の角柱供試体については、破壊強度指標はどれも過大評価された。また、破壊

形態が“クラック”である供試体から算定した破壊強度指標が、より圧裂引張強度に近い値となった。さらに、寸法が2.5cmよりも大きい角柱供試体及び球形供試体の破壊強度指標は、破壊形態の違いに対する影響は少なく、且つ圧裂引張強度とほぼ同じ値となった。即ち、球体では平松・岡らの破壊強度指標は精度良く引張強度を推定できることを示唆している。

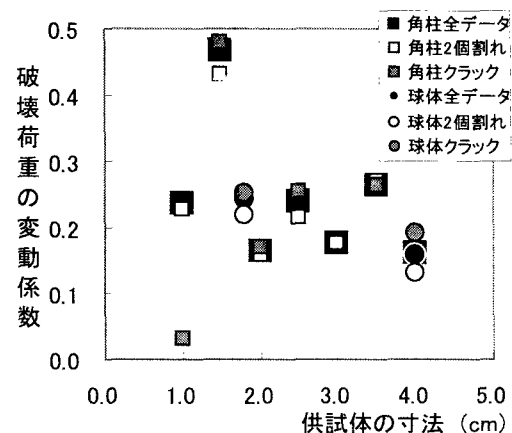


図-3 供試体の寸法と破壊荷重の変動係数との関係

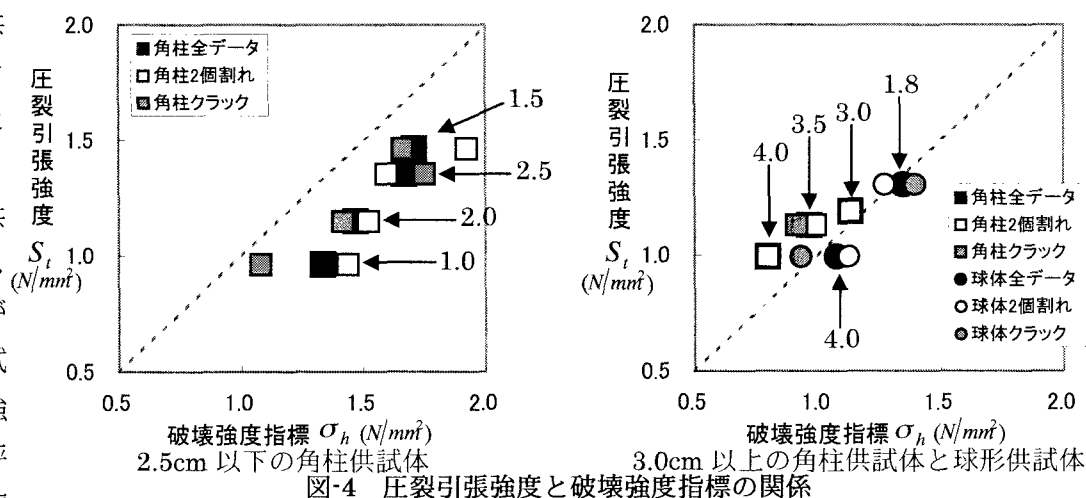


図-4 圧裂引張強度と破壊強度指標の関係

#### 5. 結論

本研究の範囲内で以下の結論を得た。

- ・ 角柱供試体の寸法が小さくなるにつれて、2個割れのものよりもクラックによる破壊形態の割合が大きくなり、それに伴い変動係数が大きくなる。
- ・ 球形供試体については、破壊形態にはあまり依存せず、平松・岡らによる破壊強度指標から破壊強度を精度よく導くことができる。
- ・ 寸法が2.5cm以下の角柱供試体については、破壊強度指標が全体的に過大評価されており、破壊形態による差も大きい。

#### 参考文献

- 1) 浅井崇：点載荷試験におけるモルタル供試体の破壊特性に関する研究，名城大学修士論文，2001。
- 2) 平松良雄，岡行俊，木山秀郎：非整形試験片による岩石の引張強さ迅速試験，日本鉱業会誌，Vol.81，pp1024-1030，1965。