

# モルタル供試体の点載荷試験による破壊強度特性

名城大学大学院 学生会員 渡辺 幸太 名城大学大学院 学生会員 松山 敬充  
名城大学 正会員 石川 靖晃

## 1. はじめに

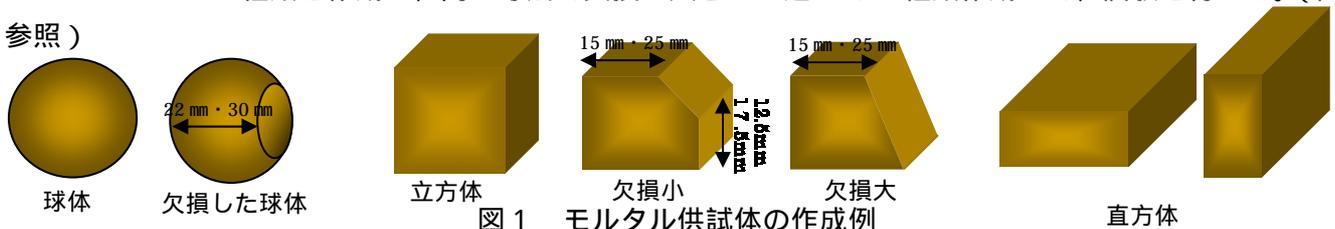
点載荷試験による破壊強度指標は、骨材の破壊強度を推定する上で最も現実的な手段のひとつであるが、破壊荷重のばらつきが大きく、骨材強度を精度良く予測できないことが現状である。点載荷試験による破壊強度に関しては平松・岡および<sup>1)</sup>、浅川ら<sup>2)</sup>の研究がある。

平松・岡らは、点載荷を受ける球体、立方体、非整形の粒子内の応力状態を求め、上下載荷点を結ぶ直線付近の応力状態が球状になり、及び応力の大きさがほぼ同一であることを示したことから、球体及び立方体、直方体、非整形体にもこの算定式が適用できると述べている。一方、浅川らの研究では供試体に内接する球の直径で破壊強度指標を算定することで精度よく行えるのではないかと指摘がなされている。そこで本研究では、材料物性や形状が明確であるモルタル供試体を用い、点載荷試験を実施し、供試体形状が破壊強度指標に及ぼす影響について比較検討を行う。

## 2. 本研究の実験ケース及び、作成方法

本研究ではモルタルには、水・普通ポルトランドセメント・高性能 AE 減水剤・細骨材を用いてモルタル供試体を作成した。細骨材は絶乾状態にし、出来るだけ均一な試料を作成するために粒形 125 μ 以下の比較的小さい粒度のものを用いた。モルタルの配合は水セメント比 45%、砂セメント比 150%、高性能減水剤の使用量はセメント量の 0.03% とした。

本研究では円柱モルタル供試体と球体・直方体・立方体モルタル供試体を作成し、円柱供試体は圧裂引張強度に使用し、その他は点載荷試験に用いた。円柱供試体については直径と高さの比が 1 : 2 であり、直径が 10・15・20・25・30・35・40mm のものを用いた。球体供試体は直径 25mm・35mm の 2 種類を作成し、同様の寸法の球を欠損させ載荷点間距離を変えて試験を行った。直方体供試体は 15mm × 30mm × 20mm × 40mm の 2 種類を作成し、載荷点間距離を変えて試験を行った。立方体供試体は一辺が 25mm × 25mm × 35mm × 35mm の 2 種類を作成し、同じ寸法で欠損の大きさの違いで 2 種類作成して、試験を行った。（図 1 参照）



### 円柱モルタル供試体の圧裂引張試験

ここで、圧裂引張強度  $f_t$  は次式で求められる。

$$f_t = \frac{2P}{\pi dl} \quad (1)$$

$f_t$  : 引張強度 (N/mm<sup>2</sup>),  $P$  : 破壊荷重 (N),  $d$  : 供試体の直径 (mm)  $l$  : 供試体の長さ (mm)

各寸法の圧裂引張試験個数、平均破壊荷重、変動係数および、圧裂引張強度の値を表 1 に示す。寸法が小さい方の変動係数が大きく、破壊荷重にばらつきがみられる。圧裂引張強度は寸法が 15mm で最高値を取っていて、徐々に寸法が大きくなるにつれて値が小さくなる傾向にある。

表 1 円柱モルタル供試体における圧裂引張試験のデータ

円柱供試体の寸法	10mm	15mm	20mm	25mm	30mm	35mm	40mm
試験個数(個)	9	39	42	39	33	10	7
平均破壊荷重(N)	302.22	978.97	1563.57	2287.44	2928.48	4348.00	4988.57
変動係数	0.295	0.266	0.178	0.219	0.135	0.151	0.140
圧裂引張強度(N/mm <sup>2</sup> )	0.96	1.39	1.24	1.17	1.04	1.13	0.99

キーワード 点載荷試験 骨材 破壊強度指標

連絡先 〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口一丁目 501 番地 名城大学 TEL052-832-1151

3. 球体・直方体・立方体モルタル供試体の点載荷試験

破壊強度指標の算定方法として平松・岡らの式が用いられている。

$$\sigma_h = 0.9 \frac{P}{D^2} \quad (2) \quad \text{ここで、}\sigma_h\text{は破壊強度(N/mm}^2\text{)、}P\text{は破壊荷重(N)、}D\text{は載荷点間距離(mm)}$$

である。点載荷試験によって得られた破壊荷重を式(2)に代入して破壊強度指標を算出する。通常破壊強度指標を求める際には載荷点間距離を用いるが、本研究では各供試体に対して供試体内に存在する内部直径を作図によって求め平松式のDに代入し比較する。得られた結果を供試体形状毎に表2～表4、圧裂引張強度と破壊強度指標の関係を図2図3に示す。

球体供試体では図2(●欠損なし、○欠損あり)より、点載荷試験から得られる破壊強度指標は圧裂引張強度に近い値をとっている。一方、直方体モルタル供試体においては、表3・図3(△15×30、▲20×40)から載荷点間距離が短い方で破壊した場合には破壊強度指標が過大評価される。表4・図3(■欠損なし、□欠損小、◇欠損大)立方体供試体は欠損していない立方体供試体は過大評価されている。図3から破壊強度指標に改善が見受けられなかった。球体モルタル供試体では

平松・岡らの提案式から得られる破壊強度指標は精度よく導くことができることが出来たが、他のモルタル供試体では余り合わなかった。球形に近いほど破壊強度指標と圧裂引張強度の値が近づく傾向にあることが分かった。

表2 球体モルタル供試体における点載荷試験のデータ

供試体の種類	25mm 球体	25mm 欠損球体	35mm 球体	35mm 欠損球体
試験個数	14	21	28	21
内部直径 (mm)	25	22	35	30
変動係数	0.23	0.25	0.18	0.2
破壊強度指標 (N/mm <sup>2</sup> )	0.92	0.77	0.63	0.58

表3 直方体モルタル供試体における点載荷試験のデータ

縦(載荷点間距離)×横 (mm)	15×30	30×15	20×40	40×20
試験個数	19	20	20	18
内部直径	15	15	20	20
変動係数	0.28	0.29	0.21	0.33
破壊強度指標 (N/mm <sup>2</sup> )	1.74	0.59	1.78	0.49

表4 立方体モルタル供試体における点載荷試験のデータ

供試体の種類	立方体 35mm	欠損小立方体 35mm	欠損大立方体 35mm	立方体 25mm	欠損小立方体 25mm	欠損大立方体 25mm
試験個数	14	9	9	15	13	14
内部直径	35	32	30	25	22	20
変動係数	0.096	0.163	0.302	0.097	0.244	0.105
破壊強度指標 (N/mm <sup>2</sup> )	1.7	0.95	1.11	2.13	1.31	2.13

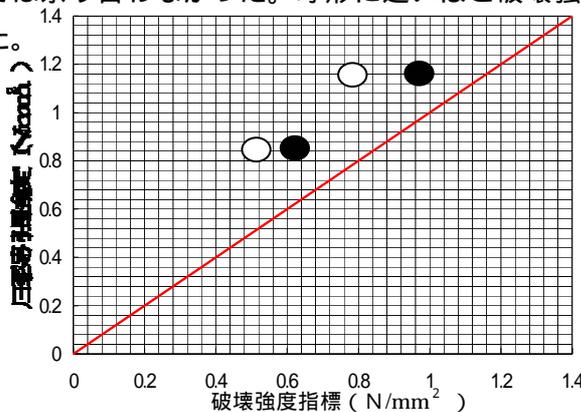


図2 球体の破壊強度指標と圧裂引張強度の関係

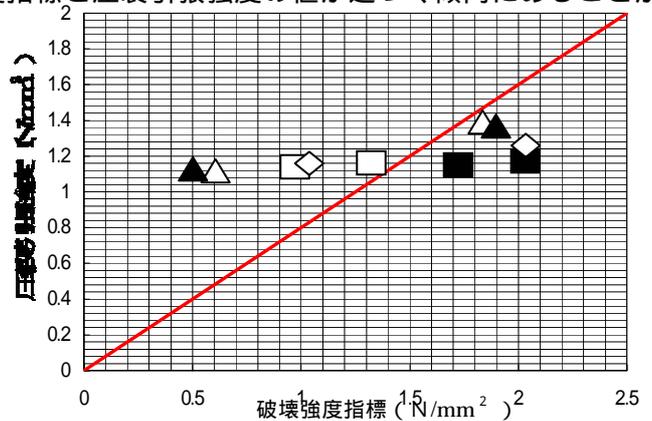


図3 直方体・立方体の破壊強度指標と圧裂引張強度の関係

5. まとめ

点載荷試験を用いた本研究では、球体供試体は算出される破壊強度指標は圧裂引張強度の値に近く、精度よく破壊強度が求められた。他の形状では破壊強度指標と圧裂引張強度との関連性は見られなかった。しかしながら、今回の研究では全ての試験ケースにおいても、試験個数・試験寸法が少ない。今後はさらに寸法を増やし、欠損させる体積を変化させ、欠損のさせかたを考える必要がある。また今回の研究の試験データと比較検討を行うことにより、より深く検証が行なわれていくと思われる。

参考文献

- 1) 平松良雄, 岡行俊, 木山英郎: 非整形試験片による岩石の引張強さの迅速試験, 日本鉱業会誌, Vol.81, pp1024-1030, 1965.
- 2) 浅川祐人海: 供試体形状および破壊形状が点載荷試験による破壊強度に及ぼす影響, 名城大学修士