

点載荷試験における供試体形状が破壊強度指標に及ぼす影響

名城大学大学院 学生会員 松山 敬充 名城大学 渡辺 幸太 名城大学 林 浩史
名城大学 三川 修 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。形状が点載荷試験による破壊強度に及ぼす影響については浅川ら¹⁾の研究があり、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。

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

σ_h は破壊強度(MPa), P は破壊荷重(N), D は載荷点間距離(mm)

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。しかし、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た。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、球体、立方体、直方体を作製して点載荷試験を実施し、供試体形状、特に、供試体内部に内接する球の直径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. モルタル供試体の圧裂引張試験ケース

表 1 圧裂引張試験における実験データ

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 15, 20, 25, 30, 35, 40 mm のものを用いた。モルタル配合は水セメント比 45%, 砂セメント比 150% である。ただし、セメント量の 0.03% の高性能 AE 減水剤を外割で使用した。

円柱供試体の寸法 (mm)	15	20	25	30	35	40
試験個数 (個)	43	42	40	41	23	7
平均破壊荷重 (N)	921.4	1563.6	2246.8	2780.9	3186.7	4988.6
圧裂引張強度 (MPa)	1.30	1.25	1.15	0.98	0.83	0.99

引張試験の平均破壊荷重から圧裂引張強度を算出し、各寸法の圧裂引張試験個数、平均破壊荷重、圧裂引張強度を表 1 に示す。ただし、モルタル供試体については気中養生 1 日、水中養生 2 日の材齢 3 日で試験を実施した。ここで、圧裂引張強度 f_t は次式で求められる。

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

f_t : 引張強度(MPa), P : 破壊荷重(N), d : 供試体の直径(mm)

l : 供試体の長さ(mm)

圧裂引張強度は寸法が小さくなるにつれ、増大するのは周知されており、本研究においても表 1 より、そのような傾向が得られたため、本研究の圧裂引張試験のデータはある程度の精度が得

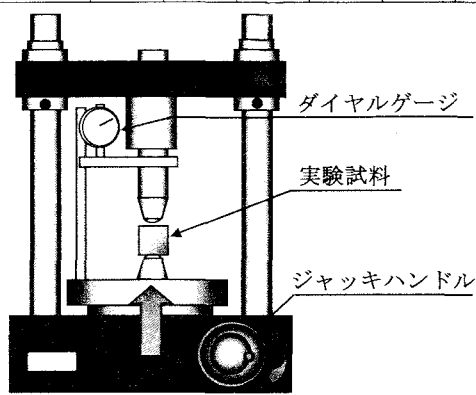


図 1 点載荷試験機

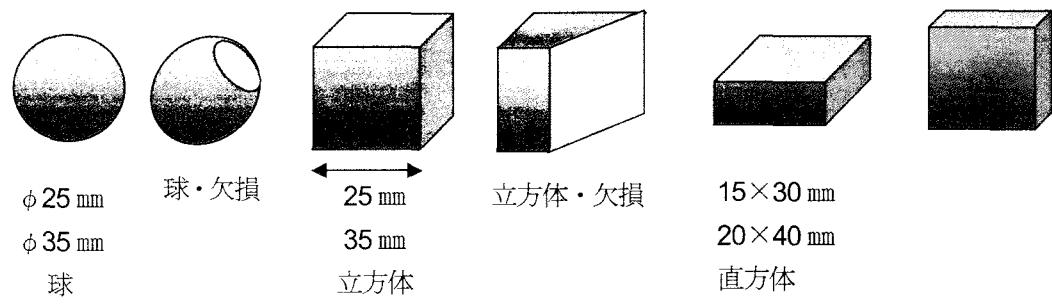


図 2 供試体の種類

られたと考えられる。

3. 供試体作製および点載荷試験概要

本研究の骨子は、球、立法体、直方体が点載荷試験において破壊強度指標に及ぼす影響の検討をすることにある。ゆえに、図 2 のように直径 25mm・35mm の球、一辺 25 mm・35 mm の立方体、15×30 mm・20×40 mm 直方体のモルタル供試体を作製した。上下載荷点を結ぶ直線を直径とした供試体に内接する球をイメージし、図 3 のようにその内接する球形が崩れた場合、破壊強度指標が受ける影響について調べるため、球と立方体については、これらの一部欠損させた物も作製し、計 10 種類で比較検討を行うものとする。欠損の方法としては、気中養生を行ってから 2～3 時間後に供試体を取り出し、カッターナイフで慎重に削り落とした。なお、直方体に関しては同じ形状の供試体に対し、縦横の向きを変え、載荷位置を変えて、同様に点載荷試験を行った。モルタル配合は先に述べた円柱供試体と同様の配合で全く同一とした。また、今回使用した点載荷試験装置は図 1 のように載荷部分が凸(先端φ=5 mm)になっており、用いる試料に対して点に近い状態で接するような形状をしている。

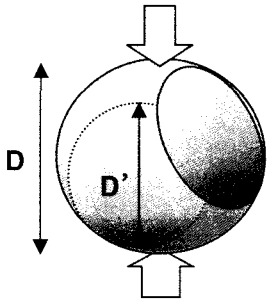


図 3 内接する球

4. それぞれの供試体との破壊強度に対する比較検討

次に、先の(1)で示された平松・岡らの提案式を用いて、点載荷試験の平均破壊荷重から破壊強度指標を算出し、各寸法の点載荷試験

表 2 点載荷試験における実験データ

の試験個数、変動係数、破壊強度指標を表 2、表 3 に示す。表 2 より、直方体

縦(載荷点間距離)×横 (mm)	15×30	30×15	20×40	40×20	25×25	35×35
試験個数 (個)	16	20	20	20	20	14
変動係数	0.285	0.291	0.213	0.422	0.101	0.096
破壊強度指標(MPa)	1.75	0.59	1.78	0.45	2.09	1.70

は立法体の供試体に比べ変動係数が大きくなることが分かる。同じ形状の直方体の載荷位置を変えた場合に関しては、やはり破壊強度指標は大きく変化する事が伺える。また表 3 より、欠損

表 3 欠損後の点載荷試験における実験データ

縦(載荷点間距離)×横 (mm)	25×25 (欠損アリ)	35×35 (欠損アリ)
試験個数 (個)	20	17
変動係数	0.209	0.355
破壊強度指標(MPa)	1.15	0.592

させた場合の立方体は、もとの立方体よりも変動係数によるばらつきが見られ、破壊強度指標は小さくなる事が確認できた。次に点載荷試験、圧裂引張試験の破壊荷重の平均をとり、平松・岡らの提案式から得られる破壊強度指標と圧裂引張強度の関係を図 2 に示す。図 4 より長方形や一部欠損した供試体と比べ、立方体の供試体では破壊強度指標は過大評価されている。しかし、本研究では立方体は 2 クラスしか用いていないため、この傾向について断定するのは難しい。

5. 考察

現段階では球状の試験データが十分揃わなかったため載せることができなかったが、その他の供試体を含め、試験個数を増やし精度を高めていく必要がある。

参考文献 1) 浅川祐人海：点載荷試験によるモルタル供試体の破壊特性 名城大学修士論文 2003

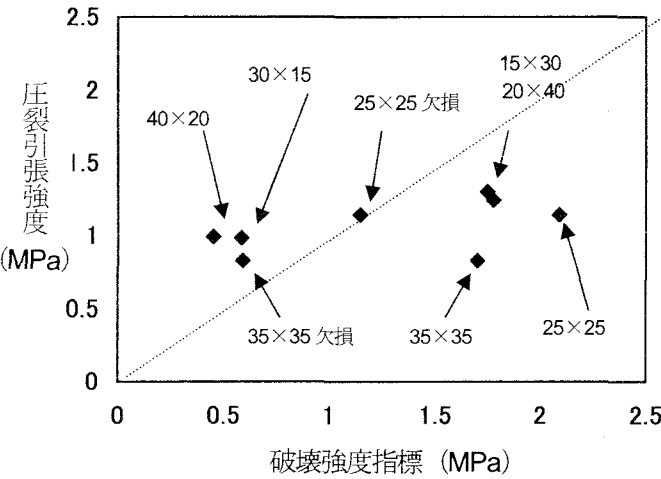


図 4 破壊強度指標 σ_h と圧裂引張強度 S_t の関係