

粗骨材の形状、粒径及び表面の粗度がプレパックド固化体の力学的特性に及ぼす影響

防衛大学校 学生会員 ○氷見 爽 正会員 市野 宏嘉 正会員 別府 万寿博
日鉄高炉セメント株式会社 桑原 直也

1. はじめに

プレパックド工法は型枠内に予め粗骨材を詰め、そこに流動性の高いモルタルを充填してコンクリート状の固化体（以下、「プレパックド固化体」と呼ぶ。）を得る施工法であり、港湾工事等で古くから用いられている工法である。プレパックド固化体のうち、コンクリート標準示方書の規定に合致したものはプレパックドコンクリートと呼ばれる。プレパックド工法では一般のコンクリートに比較して粗骨材の割合が大きいことや粗骨材が相互に接触して力を伝える構造を有すること等の特徴があり、粗骨材の様々な特性がプレパックド固化体の力学的な特性に影響を及ぼす¹⁾。しかし、プレパックド固化体の力学的特性に影響を及ぼす粗骨材の性状とその影響の度合いについての詳細な知見は得られていない。本研究では、形状、粒径及び表面の粗度が異なるガラスを粗骨材として用いたプレパックド固化体に対して一軸圧縮試験を行い、粗骨材の性状が力学的特性に及ぼす影響について検討した。

2. 試験方法

一軸圧縮試験は JIS A 1108 に準拠して実施した。直径 100mm、高さ約 200mm の標準円柱供試体を使用し、載荷軸と平行に円柱供試体の側面に向かい合うようにひずみゲージを 2 枚貼付した。載荷には油圧式の万能試験機を用いた。試験は同一ケースについて 3 回ずつ行った。

円柱供試体の作製は、次のとおり行った。所定量の水を入れた容器に B 種高炉セメントと石灰石細骨材及び混和剤があらかじめ混合されたプレミックス材を加えてハンドミキサーで混練してモルタルを作製した。モルタルの水セメント比は 53.1%である。これを図-1 に示すように粗骨材を詰めた型枠に自重により充填した。この供試体を気温 20℃の恒温室内で養生し、材齢 28 日で試験に供した。

粗骨材の岩質等による影響を排除するため、粗骨材にはガラスを使用した。ガラス球と破碎ガラス板を用いてそれぞれ形状が異なる粗骨材を再現した。破碎ガラス板は、厚さ 8mm のガラス板をハンマーでたたいて破碎し、これをふるって所定の粒度に調整したものである。球は直径と表面の粗度を、板はふるいの呼び寸法をそれぞれパラメータとした。代表的な粗骨材を図-2 に示す。粗骨材の種類は、①滑面ガラス球 17mm (SS17)、②滑面ガラス球 30mm (SS30)、③粗面ガラス球 17mm (RS17)、④粗面ガラス球 30mm (RS30)、⑤滑面破碎ガラス板 30-20mm (SP30)、⑥滑面破碎ガラス板 20-10mm (SP20) 及び比較のための⑦砂岩碎石 30-10mm (CR) の 7 種である。表-1 に示すように、これらの粗骨材の形状及び径の違いに起因して、粗骨材を型枠に充填したときの実積率が異なる。粗骨材の径が小さいほど実積率は大きい。モルタルの充填率はいずれの供試体も 99%以上で、粗骨材間の空隙は密実に充填されている。

3. 試験結果及び考察

図-3 に各ケースで得られた応力～ひずみ関係の代表例を、表-2 に各試験ケースにおける一軸圧縮強度及び静弾性係数をそれぞれ示す。表-2 の各値は 3 回の試験の平均値である。図-3 より、滑面ガラス球 (SS) 及び滑面破碎ガラス板 (SP) ではひずみ約 800～1200 μ で圧縮強度に到達している。一方で粗面ガラス球 (RS) では圧縮強度時のひずみは約 1000～1500 μ であり、SS の供



図-1 供試体の作製

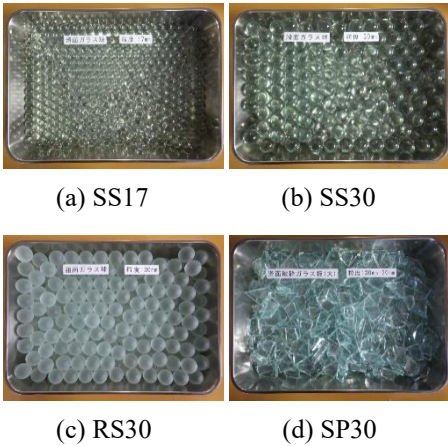


図-2 使用粗骨材の代表例

表-1 実積率

種類	実積率(%)
SS17	55.8
SS30	48.8
RS17	54.8
RS30	49.0
SP20	51.2
SP30	48.7
CR	49.0

キーワード プレパックド、粗骨材、ガラス、一軸圧縮試験

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 TEL : 046-841-3810 E-mail : ichino@nda.ac.jp

試体よりも大きな変形を許容していることがわかる。粒径が大きな供試体では応力～ひずみ関係の勾配が载荷の進展に伴いやや緩やかになっていく傾向があるが、载荷初期の勾配には粒径による影響は認められない。

表-2 に示す一軸圧縮強度は粗骨材の種類により大きく異なる。特に、粗骨材の形状が板状である SP よりも球形の SS の方が強度が大きくなる。例えば、SS30 では SP30 よりも 7.3N/mm² 大きくなる。板状の粗骨材の場合は粗骨材製造時の破砕によってできた粗骨材のひび割れが载荷前の段階から存在し、球形の粗骨材よりもはるかに骨材の破壊が生じやすいため、球形の供試体との強度の差が生じたと考えられる。実際に SS30 では粗骨材は破壊されなかった一方、図-4 に示すように SP30 では割れた粗骨材が多数生じた。

粒径の影響は骨材の形状により異なる。球形の粗骨材を用いた場合は径が大きい方が強度が大きくなる。例えば、SS30 は SS17 より 4.3N/mm² 大きい。一方で、破砕ガラス板を粗骨材として用いた場合は径が大きいほど強度が小さくなり、SP30 は SP20 より 3.6N/mm² 小さい。SP の場合は粗骨材の破壊が強度低下の要因となるため、SP20 と比べて曲げに弱い扁平な形状でかつ粗骨材にひび割れ等の欠陥が比較的多く存在する SP30 の強度が小さくなったものと考えられる。ここまでの結果から、SS と SP の一軸圧縮強度の違いには、粗骨材の形状そのものよりも、粗骨材のひび割れ等の欠陥の有無が影響した可能性がある。

表面の粗度は粗い方が強度は大きくなる。例えば、RS17 は SS17 より 4.8N/mm² 大きい。SS の試験では粗骨材そのものの破壊は認められず、もっぱらモルタルとガラス球の界面での破壊により供試体全体の破壊に至った。一方、RS の実験では、図-5 に示すように、一部のガラス球が破壊された。これは、RS は SS よりもモルタルとガラス球の界面での付着による抵抗力が大きく、RS では界面での破壊に先立ち粗骨材の破壊が生じ、SS と比較してより大きな荷重に抵抗できたものと考えられる。

表-2 に示す静弾性係数の値の概略の傾向は、RS が最も大きく、次いで SS、CR、SP の順に小さくなる。特に RS では表面の摩擦の影響もあり、粗骨材が相互にかみ合って荷重に抵抗することから、比較的大きな剛性がもたらされると考えられる。一方、SP は粗骨材を型枠に詰めた状態で力を加えると滑りや粗骨材の隅角部の破壊で変位が生じることがある。すなわち、粗骨材の骨格構造の違いが静弾性係数に影響したと考えられる。なお、ガラス球の粒径が大きくなると静弾性係数は小さくなった。SP の静弾性係数は、径の大きさによらず変化はほとんどなかった。

4. おわりに

本研究では、ガラスを粗骨材として用いたプレパックド固化体の一軸圧縮試験を行った。その結果、粗骨材の表面の粗度、粗骨材の欠陥の有無が一軸圧縮強度に影響し、粗骨材の骨格構造が静弾性係数に影響した。今後は、モルタルの強度がこれらの結果に及ぼす影響の検討や、理論モデルを反映した力学的特性の定式化が期待される。

参考文献

1) M.F. Najjar, A.M. Soliman, M.L. Nehdi. Critical overview of two-stage concrete: Properties and applications, Construction and Building Materials, 2014, Vol.62, pp.47-58.

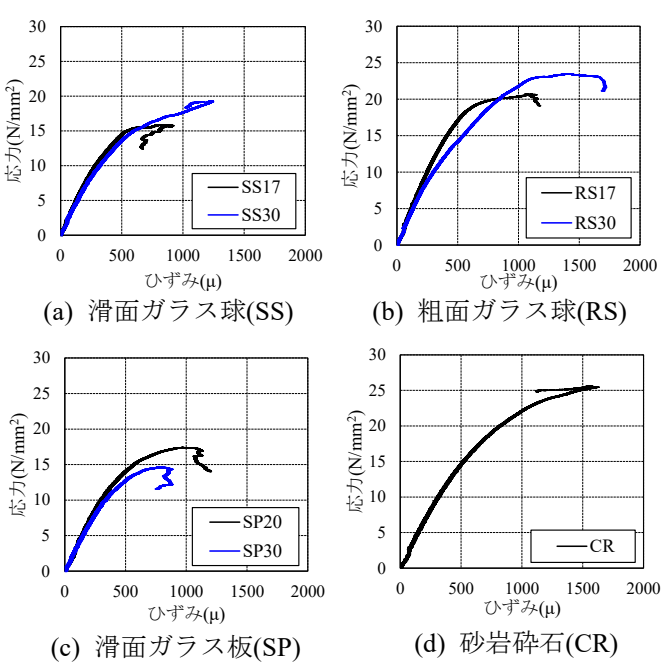


図-3 応力～ひずみ関係の代表例

表-2 試験結果

	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (N/mm ²)
SS17	16.8	3.47×10 ⁴
SS30	21.1	3.13×10 ⁴
RS17	21.6	3.91×10 ⁴
RS30	23.7	3.47×10 ⁴
SP20	17.5	3.01×10 ⁴
SP30	13.9	3.05×10 ⁴
CR	24.6	3.12×10 ⁴



図-4 ガラス板の破壊



図-5 ガラス球の破壊