

第V部門 砂岩骨材を用いたコンクリートの力学的特性とRC部材の構造性能評価

神戸大学大学院 学生員 ○竹内 翔 神戸大学大学院 正会員 森川 英典  
 神戸大学大学院 学生員 野中 秀一 神戸大学工学部 吉田 哲哉

1.はじめに: 近年, 砂岩骨材を用いたコンクリート構造物においてひび割れなどの損傷事例が報告されており, 乾燥収縮特性について注意するべきであることが指摘されている. 一方, 一般的な力学的特性についての指摘もあるが, 十分に検討がなされていない. そ

こで, 本研究では, 砂岩骨材(和歌山産)を用いた場合のモルタル, コンクリートの基本的な力学的特性とRC部材における構造性能に及ぼす影響について確認するための基礎的な検討を行った.

2. 試験要因: コンクリートの材料性能の検討には, 直径100mm, 高さ200mmの円柱供試体を用い, 圧縮試験および割裂引張試験を行い, 圧縮強度, 弾性係数, 引張強度を測定した. RC部材の構造性能検討では, 試験供試体として, 断面150×200mm, 長さ1800mm, スパン長1600mm, 配筋はD13鉄筋を圧縮側, 引張側にそれぞれ2本配置し, D6スターラップを100mm間隔で配置したRCはりを用い, 載荷点間隔200mmの2点載荷曲げ載荷試験を行った. 本試験で使用するRCはり供試体の概略図を図-1に示す. 表-1に試験要因を示す. コンクリート材料性能検討用供試体の試験要因は, 粗骨材の種類(S:砂岩骨材, N:普通骨材), 細骨材の種類(S:砂岩骨材, N:普通骨材, M1:砂岩骨材を60%含む混合骨材, M2:砂岩骨材を40%含む混合骨材)で分類している. アルファベット小文字で示しているものは, コンクリート供試体打設時にウェットスクリーニングをすることにより製作したモルタル供試体である. RC部材構造性能検討供試体の試験要因は, 粗骨材の種類(S:砂岩骨材, N:普通骨材), 細骨材の種類(S:砂岩骨材, N:普通骨材, M:砂岩骨材を60%含む混合骨材)で分類している. 表-2に本研究で使用する骨材の物理的特性を示す. 表-2より, 砂岩骨材の吸水率が高いことがわかる. 図-2に砂岩骨材の粒度分布を示す. 図-2より, 砂岩骨材の細粒分が多いことがわかる.

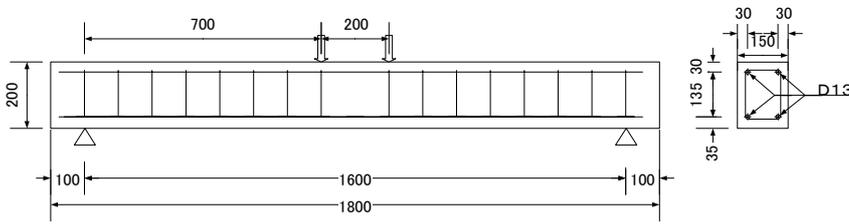


図-1 供試体概略図

表-1 試験要因

材料試験体名	W/C(%)	粗骨材	細骨材(%)	
			普通骨材	砂岩
NN	55	普通骨材	100	0
SN			100	0
SM1		砂岩骨材	40	60
SM2			60	40
SS		100	0	
nn		100	0	
sm1		40	60	
sm2		60	40	
ss		100	0	

RC供試体名	粗骨材	細骨材
NN	普通骨材	普通骨材
SN	砂岩骨材	普通骨材
SM	砂岩骨材	混合60%

表-2 物理的特性

分類		表乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)	粗粒率(%)	参考
普通(N)	細骨材	2.59	1.34	3.14	碎石
	粗骨材	2.65	0.63	—	
砂岩(S)	細骨材	2.55	2.72	2.66	碎石
	粗骨材	2.59	2.05	6.69	

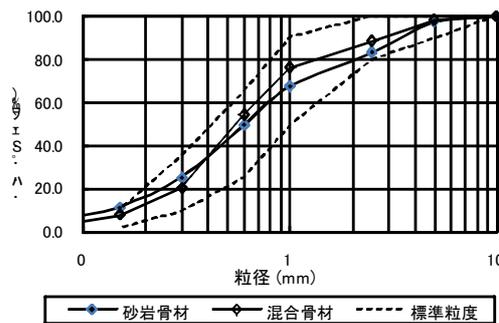


図-2 粒度分布

表-3 試験結果(コンクリート材料性能)

材料試験体名	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )
NN	30.7	25.6	2.52
SN	30.9	20.8	2.95
SM2	38.1	21.2	2.92
SM1	33.8	19.9	3.09
SS	38.8	19.3	3.11
nn	40.5	21.4	2.62
sm2	46.7	19.4	2.74
sm1	46.8	18.7	2.71
ss	46.6	17.9	3.26

3. 試験結果および考察 (a) コンクリートの材料性能に関する検討：表-3 にコンクリート材料性能試験結果を示す。

表-3 より、コンクリート供試体において、砂岩粗骨材のみを用いた供試体(SN)では、圧縮強度が同等であることがわかる。砂岩粗骨材および砂岩細骨材、混合細骨材を用いた供試体(SS, SM1, SM2)では、圧縮強度が増加していることがわかる。細骨材に占める砂岩骨材の混合率については、有意な関係は見られなかった。また、砂岩骨材を使用した供試体では、弾性係数が低下していることがわかる。モルタル供試体において、砂岩骨材を用いた供試体では、圧縮強度が増加しており、弾性係数では、砂岩骨材を用いた場合、弾性係数が低下する傾向がわかる。引張割裂試験結果より、引張強度に大きな差異はみられないが、割裂断面性状から、普通骨材使用コンクリート供試体では、粗骨材とモルタルとの界面で破壊が進行しているのに対し、砂岩粗骨材および普通細骨材使用供試体(SN)では、粗骨材が破断していることが確認できた。砂岩粗骨材および混合細骨材使用供試体(SM)では、粗骨材および、細骨材が破断していることが確認できた。赤井ら<sup>1)</sup>の研究より、砂岩骨材は一軸圧縮試験を行った場合、へき開型破壊をとることが示されている。これより、砂岩骨材を用いた場合、引張強度において、普通骨材との有意な関係は見られなかったが、骨材の引張強度が低いいため骨材破断に至った可能性がある。

(b) RC 部材の構造性能に関する検討：表-4 に RC はり供試体における実験結果を示す。また、図-3 に荷重-中央たわみ関係を示す。表-4 および、図-3 より、普通骨材使用供試体(NN)とくらべ砂岩骨材使用供試体(SM, SM)の方が、部材降伏前における剛性が低いことがわかる。また、同様に最大荷重において、普通骨材に比べ砂岩骨材使用供試体の方が低い値をとっている。図-4 にひび割れ性状図を示す。図-4 より、20kN 時点において、普通骨材使用供試体よりも、砂岩骨材使用供試体の方が、ひび割れ発生領域が広いことがわかる。また、載荷終了時においても、同様に普通骨材使用供試体よりも、砂岩骨材使用供試体の方が、ひび割れ発生領域が広いことがわかる。これより、砂岩骨材を使用することによりひび割れが生じやすくなるということがわかる。以上の結果より、砂岩骨材を使用した供試体における部材降伏前剛性の低下は、砂岩骨材を使用したコンクリートの弾性係数が低いため、およびひび割れが生じやすいためであると考えられる。また最大荷重の低下は、部材降伏前剛性が低下したことによる、部材降伏荷重が低下したことが大きく影響していると考えられる。

4. まとめ：以下に本研究で得られた知見についてまとめる。

- ・砂岩粗骨材および砂岩細骨材を使用したコンクリートの圧縮強度は増加する傾向がある。
- ・砂岩骨材を使用したコンクリートの弾性係数は低下する。
- ・砂岩骨材を使用したコンクリートの割裂試験では、粗骨材の破壊が確認できたことから、砂岩骨材は引張強度が低い可能性が考えられる。
- ・砂岩骨材を RC 部材に使用すると、ひび割れが生じやすくなり、コンクリートの弾性係数が低いために、耐荷力が低下することがわかる。

[参考文献] 1) 赤井, 森：土木学会論文集, 第 147 号, 1967.11.

表-4 実験結果 (RC はり供試体)

RC供試体名	部材降伏時荷重 (kN)	最大荷重時		部材降伏前剛性
		荷重(kN)	たわみ (mm)	
NN	46.2	49.1	11.9	9.46
SN	42.3	47.0	11.9	7.40
SM	42.0	46.8	16.9	7.53

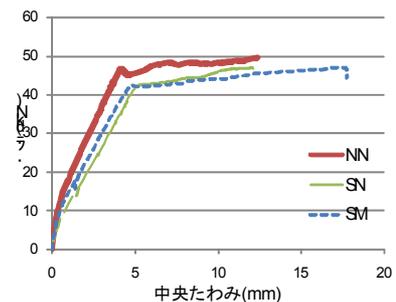
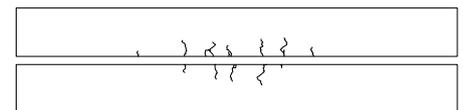
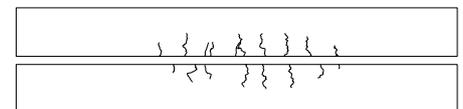


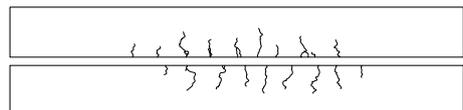
図-3 荷重-中央たわみ関係



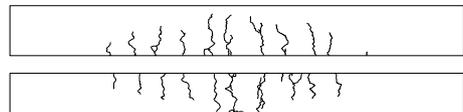
NN 20kN 時



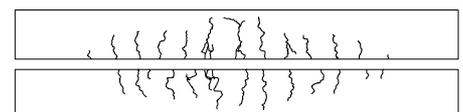
SN 20kN 時



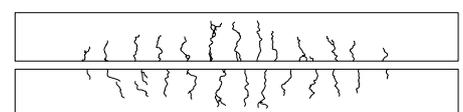
SM 20kN 時



NN 載荷終了時



SN 載荷終了時



SM 載荷終了時

図-4 ひび割れ性状