

岩石の圧縮強度および静弾性係数試験における測定結果の妥当性について

(有) モトキ建材 正会員 ○中根 政範
足利工業大学 正会員 黒井登起雄
足利工業大学 正会員 松村 仁夫

1. はじめに

著者らは、2009 年度から栃木県および茨城県のコンクリート用砕石を対象にして、コンクリートの乾燥収縮と岩石の品質特性との関連性について検証を行っている^{1),2)}。これまで、岩石の品質として圧縮強度および静弾性係数を明らかにしてきた。しかし、それら岩石の試験は、標準的な試験方法が確立していない。そこで、本研究では、これまで得られた岩石の圧縮強度および静弾性係数の測定結果について、その妥当性を検証した。

2. 対象とした岩石

試験の対象とした岩石は、表-1 に示した。表-1 より、栃木県産の硬質砂岩を 10 種類、石灰岩を 2 種類、玄武岩を 1 種類、茨城県産の硬質砂岩を 5 種類、埼玉県産の硬質砂岩を 1 種類、愛媛県産の硬質砂岩を 1 種類とし、合計 20 試料とした。

3. 試験方法

3.1 岩石供試体の作製 岩石試料は、図-1 に示すように、長方形のコンクリートに固定した岩石から垂直にコアを抜いた場合（縦方向）とそれを 90°回転させてコアを抜いた場合（横方向）とし、各方向ともに $\phi 30 \times 150 \text{mm}$ のコアを 3 個採取した。圧縮強度試験および静弾性係数試験用供試体は、採取した 3 個のコアの直径と高さの比が 1:2 ($\phi 30 \times 60 \text{mm}$) となるように成形したものを 6 個作製した。

3.2 圧縮強度試験 岩石の圧縮強度試験は、JSCE-G505 に準じて行った。試験に先立って、作製した岩石供試体は、上下端面を研磨した後、JIS A 5308 附属書 E に準じて、平面度測定装置（ダイヤルゲージ 1/1000mm）を用いて平面度の測定を行った。

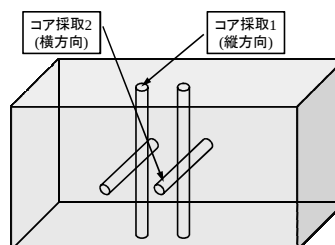
3.3 静弾性係数試験 岩石の静弾性係数試験は、JIS A 1149 に準じて行い、図-2 に示すように、岩石供試体の高さ中央における円周および軸方向へ各 2 枚のひずみゲージを貼り付けて行った。静弾性係数は、試験で得られた応力とひずみとの関係から割線弾性係数の値とした。割線弾性係数は、最大荷重の 40%に相当する圧縮応力とその縦方向ひずみ、縦方向ひずみ 50×10^{-6} に近い値とその圧縮応力を直線で結んだ線分の勾配とした。

4. 試験結果

4.1 岩石供試体の平面度 岩石供試体の上下端面の平面度は、表-2 に示した。表-2 より、供試体上端面の平面度は、 $-0.016 \sim 0.019\%$ 、下端面の平面度は、 $-0.023 \sim 0.023\%$ であった。これらの結果は、圧縮強度試験における供試体載荷面の平面度

表-1 採取した岩石の種類と産地

No.	岩石の種類	産地
1	硬質砂岩	① 栃木県
2		② 栃木県
3		③ 栃木県
4		④ 栃木県
5		⑤ 栃木県
6		⑥ 栃木県
7		⑦ 栃木県
8		⑧ 栃木県
9		⑨ 愛媛県
10		⑩ 栃木県
11		⑪ 栃木県
12		⑫ 茨城県
13		⑬ 茨城県
14		⑭ 埼玉県
15		⑮ 茨城県
16		⑯ 茨城県
17		⑰ 茨城県
18	石灰岩	① 栃木県
19		② 栃木県
20	玄武岩	栃木県



コア採取1と2は、直角の位置関係

図-1 岩石試料のコア抜き取り位置の例

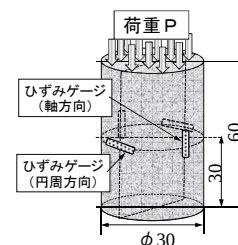


図-2 岩石供試体の形状寸法と

ひずみゲージ貼り付け位置

キーワード 岩石 岩石の圧縮強度 岩石の静弾性係数 平面度

連絡先 〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 足利工業大学工学部創生工学科 TEL 0284-22-0605

の基準値である $\pm 0.05\%$ を下回っている。

4.2 岩石の圧縮強度 岩石の圧縮強度は、表-2に示した。表-2より、圧縮強度は、硬質砂岩が $126.6 \sim 211.4 \text{ N/mm}^2$ 以上、石灰岩が $119.1 \sim 174.2 \text{ N/mm}^2$ 以上、玄武岩が 84.1 N/mm^2 であった。これらの結果は、既往の研究結果^{3),4)}に比べ同程度またはそれ以上の値を示しており、妥当な値であると考えられる。

4.3 岩石の静弾性係数 岩石の応力ひずみ曲線の一例は、図3～4に示した。図-3より、岩石の応力ひずみ曲線は、ほぼ直線となった。しかし、図-4のように、一部直線と異なる傾向を示した結果は、測定値から棄却した。これは、供試体に岩石の破砕時に入ったと思われる極小さなひび割れや岩石自体が泥岩や頁岩などが互層となっており、岩質が不均一によるものと考えられるためである。応力ひずみ曲線より求めた全岩石の静弾性係数は、表-2に示した。

表-2より、静弾性係数は、硬質砂岩が $4.76 \sim 8.23 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 。石灰岩が $6.90 \sim 7.89 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、玄武岩が $8.02 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ であった。これらの結果は、圧縮強度と同様に既往の研究結果^{3),4)}と同程度の値を示しており、妥当な値であると考えられる。

5. まとめ

本研究の検証結果から、著者らが実施した試験方法で求めた岩石の圧縮強度および静弾性係数の測定結果は、十分妥当な値であると判断できる。

謝辞

本研究を実施するに当たっては、岩石の提供に栃木県および茨城県砕石工業協同組合に加盟する多くの砕石工場の各社の皆様にご協力を頂いた。ここに付記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 中根政範・黒井登起雄・松村仁夫；コンクリートの乾燥収縮に及ぼす栃木県産砕の特性とその関連性，コンクリート工学年次論文集，日本コンクリート工学会，2013.7
- 2) 中根政範・黒井登起雄・松村仁夫；栃木県産の砂岩系砕石を用いたコンクリートの乾燥収縮特性，第68回土木学会年次学術講演概要集，土木学会，2013.9
- 3) 立松和彦他；関西地域における骨材原石の乾燥収縮および細孔経分布に関する実験的研究，日本建築学会構造系論文集，日本建築学会，第549号，1-6，2001.11
- 4) 後藤貴弘他；コンクリートの乾燥収縮に影響を及ぼす骨材の物性について，コンクリート工学年次論文集，日本コンクリート工学会，2010.7

表-2 岩石の圧縮強度，静弾性係数および供試体平面度

No.	岩種	圧縮強度(N/mm^2) ^{※1}			静弾性係数($\times 10^4 \text{ N/mm}^2$)	平面度(%)	
		最大	最小	平均		上端面	下端面
1	硬質砂岩①	301.4	146.9	207.8	6.32	-0.006	0.014
2	硬質砂岩②	134.7	113.0	126.6	6.48	0.016	0.011
3	硬質砂岩③	210.9↑	200.3	206.1↑	7.08	-0.002	0.003
4	硬質砂岩④	210.1↑	199.7	204.4↑	8.23	-0.003	0.001
5	硬質砂岩⑤	212.3↑	52.5	211.6↑	6.43	-0.016	-0.023
6	硬質砂岩⑥	212.3↑	102.5	188.6↑	6.30	0.014	0.026
7	硬質砂岩⑦	212.3↑	209.5↑	211.4↑	7.00	0.009	-0.023
8	硬質砂岩⑧	210.9↑	208.1↑	209.5↑	6.58	-0.008	0.007
9	硬質砂岩⑨	192.9	54.8	135.1	4.76	0.019	0.010
10	硬質砂岩⑩	207.3↑	197.4	205.5↑	6.90	0.005	0.002
11	硬質砂岩⑪	212.2↑	207.3↑	208.6↑	6.85	-0.012	0.003
12	硬質砂岩⑫	206.7↑	206.0↑	206.4↑	6.05	0.007	0.006
13	硬質砂岩⑬	179.0	65.6	110.8	7.43	0.005	0.009
14	硬質砂岩⑭	206.7↑	130.0	192.4↑	5.94	0.001	0.023
15	硬質砂岩⑮	207.1	169.7	190.0	5.79	0.005	0.002
16	硬質砂岩⑯	226.4	155.3	198.9	6.75	0.003	0.004
17	硬質砂岩⑰	189.6	123.5	173.8	5.48	0.014	0.004
18	石灰岩①	134.1	98.7	119.1	7.89	-0.003	-0.004
19	石灰岩②	209.5↑	93.0	174.2↑	6.90	-0.009	-0.012
20	玄武岩	139.1	44.1	84.1	8.02	-0.007	0.003

※1 圧縮強度に付記した記号「↑」は、載荷重を150KNで終了したもの、若しくはその数値が含まれたもので、強度はその値以上を示す

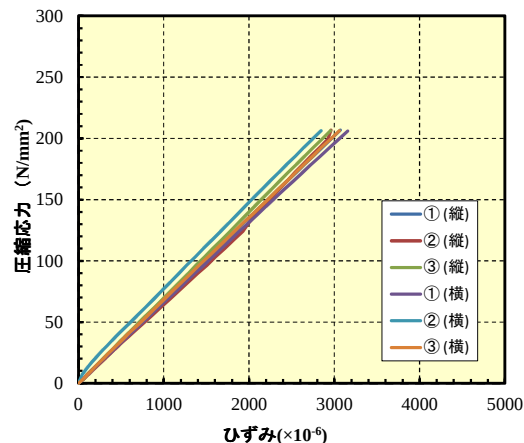


図-3 岩石の応力ひずみ曲線の一例(硬質砂岩⑪)

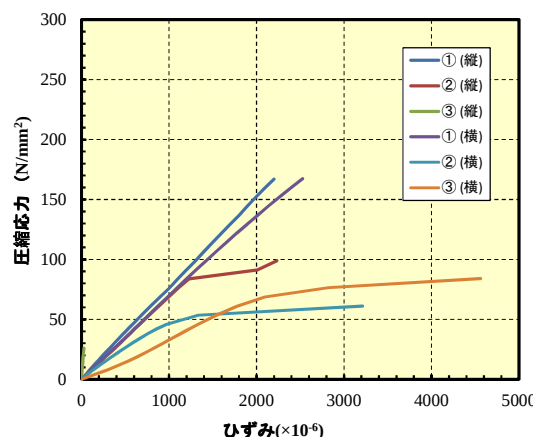


図-4 岩石の応力ひずみ曲線の一例(硬質砂岩⑬)