

栃木県・茨城県の地質とコンクリート用砕石の品質特性

(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

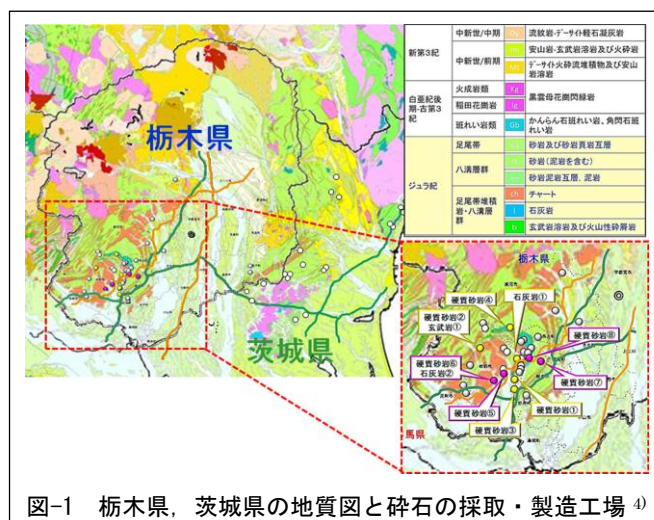
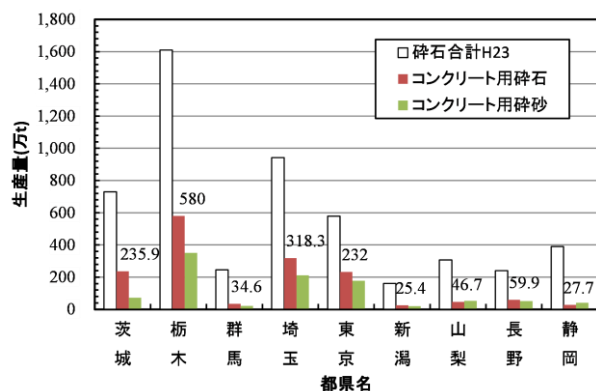
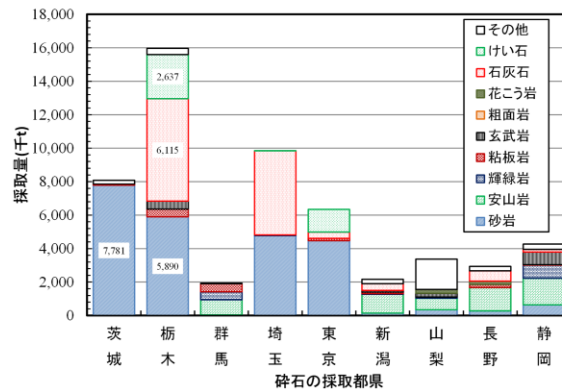
著者らは現在、2009 年度から栃木県および茨城県の砕石を対象にしてコンクリートの乾燥収縮特性を把握するための実験に取り組んでいる^{1),2)}。本研究では、その一環として日本有数の砕石の生産・供給県でもある栃木県・茨城県の地質分布と、砕石の生産・供給量の動向を詳細に整理するとともに、各種の岩石の力学的特性との関連を検証することにした³⁾。

2. 栃木県・茨城県の地質分布と砕石工場

栃木県の代表的な砕石の採取・製造地域は、図-1 に示すように、佐野・栃木・鹿沼周辺で、茨城県では桜川・笠間周辺となっている。その地域の地層は、主に石灰岩、泥岩、砂岩、チャートや、砂岩と頁岩（けつがん）の互層、砂岩と泥岩の互層の状態の生物的堆積岩、および玄武岩、流紋岩の火山性砕屑岩（さいせつがん）などで構成されている⁴⁾。砕石製造工場は、栃木県および茨城県のそれらの地域にそれぞれ 28 社、13 社が点在している。

3. 栃木県・茨城県の砕石生産・供給量

栃木県における砕石全般の生産量（平成 23 年度）は、図-2 に示すように、1610 万 t である。これは、関東地方の生産量 5480 万 t の約 29% を占めている⁵⁾。なお、コンクリート用砕石の生産量は、約 580 万 t である。また、茨城県の砕石生産量も、約 730 万 t（コンクリート用 235 万 t）であり、関東地方で埼玉県に次ぐ生産量となっている（約 13%）。図-3 は、関東地方における砕石全般の原石採取量を示す。図-3 より、栃木県で採取・製造されている砕石の原石の種類は、砂岩および石灰岩が多い。平成 23 年の原石の採取量は、それぞれ 589 万 t および 611 万 t となっており、ほぼ同等である。また、茨城県で採取されている原石の種類は、ほとんどが砂岩である。

図-1 栃木県、茨城県の地質図と砕石の採取・製造工場⁴⁾図-2 関東各都県のコンクリート用砕石などの生産量（平成 23 年度）⁵⁾図-3 関東地方の砕石の原石採取量（平成 23 年度）⁵⁾

キーワード 砕石、地質図、砕石の生産・供給、岩石の力学的特性

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

4. 岩石の品質特性

岩石の圧縮強度および弾性係数試験は、各岩石塊から $\phi 30 \times 60 \text{mm}$ のコアを採取して行った。弾性係数試験は、ひずみゲージの貼付による方法とした。密度、吸水率の試験は、吸水時と乾燥時の質量測定によって行った。実験に供した栃木県産の岩石試料は、その採石場所が図-1 の 11 箇所、石灰岩 2 種類、玄武岩 1 種類、硬質砂岩 8 種類である。試料は、比較用に愛媛県産の硬質砂岩 1 種類を含め、合計 12 種類である。各岩石の供試体数は、4～6 個とした。

表-1 栃木県産砕石の主な品質特性

岩石試料の種類	圧縮強度 ^{※1} (N/mm^2)			弾性係数($\times 10^4 \text{N/mm}^2$)			密度(g/cm^3)	吸水率(%)
	最大	最小	平均	最大	最小	平均		
石灰岩①	134.1	98.7	119.1	10.66	6.71	8.55	2.74	0.25
石灰岩②	209.5	93.0	174.2	7.89	4.80	6.71	2.70	0.14
硬質砂岩①	301.4	146.9	207.8	6.89	5.18	6.16	2.67	0.07
硬質砂岩②	134.7	113.0	126.6	7.67	4.97	6.39	2.71	0.57
硬質砂岩③	210.9	200.3	206.1	7.98	6.45	7.11	2.63	0.30
硬質砂岩④	210.1	199.7	204.4	10.29	5.85	8.16	2.62	0.59
硬質砂岩⑤	212.3	73.8	211.6	7.17	5.49	6.36	2.63	0.46
硬質砂岩⑥	212.3	144.1	188.6	7.06	5.61	6.27	2.65	0.30
硬質砂岩⑦	212.3	209.5	211.4	7.70	6.63	7.04	2.64	0.26
硬質砂岩⑧	210.9	208.1	209.5	7.03	5.63	6.59	2.66	0.33
硬質砂岩⑨ (愛媛県産)	192.9	54.8	135.1	5.86	4.02	5.06	2.71	0.64
玄武岩①	139.1	44.1	84.1	9.77	7.25	8.21	2.93	0.59

※1 表中太字で示した圧縮強度は、岩石試料の圧縮強度試験の際に、載荷重を 150kN で終了したもので、強度は、その値以上を示す。

表-1 は、栃木県産砕石の品質特性を調べた試験結果の一覧を示す⁶⁾。表-1 より、岩石の圧縮強度は、玄武岩が $44.1 \sim 139 \text{N/mm}^2$ 、石灰岩が $120 \sim 170 \text{N/mm}^2$ を超えるもの、硬質砂岩が 200N/mm^2 を超えるものが多数認められた。岩石の密度は、 $2.62 \sim 2.93 \text{g/cm}^3$ 、吸水率は、 $0.07 \sim 0.63\%$ の範囲で、良好な値となっている。岩石の弾性係数の平均値は、石灰岩が $6.71 \sim 8.55 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ 、8 種類の硬質砂岩が $6.16 \sim 8.16 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ 、玄武岩が $8.21 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ で比較的大きな値である。これらの砕石を用いたコンクリートの乾燥収縮（乾燥材齢 1 ヶ年）は、 $460 \sim 700 \times 10^{-6}$ 程度であり、比較的小さな値であることが確認されている⁵⁾。これに対して、砕石コンクリートの乾燥収縮が 1000×10^{-6} を超える愛媛県産の岩石の弾性係数は、 $5.06 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ で、小さな値である。以上より、栃木県産砕石は、硬質砂岩であっても、中生代・ジュラ紀の地層から採石されていることから、総じて良質な岩石で構成されていると考えられる。

5. まとめ

本研究の検証結果から、栃木県・茨城県の砕石について以下の各点を明らかにすることができた。

- (1) 砕石採取地域の地層は、石灰岩、泥岩、砂岩、チャートや、砂岩と頁岩（けつがん）の互層、砂岩と泥岩の互層状態の中生代・ジュラ紀頃の生物的堆積岩である。
- (2) 砕石製造における原石の種類は、砂岩および石灰岩が多くを占めている。
- (3) 栃木県産の砂岩・石灰岩の品質は、強度、弾性係数ともに大きく良質である。

謝辞

本研究を実施するに当たっては、砕石の提供に栃木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；栃木県産岩石の特性とコンクリートの乾燥収縮との関連性，第 67 回土木学会年次学術講演概要集，土木学会，2012.9
- 2) 中根政範・黒井登起雄・松村仁夫；栃木県産の硬質砂岩砕石を用いたコンクリートの乾燥収縮特性，第 66 回セメント技術大会講演要旨，セメント協会，2012.5
- 3) 安田尚広・小島真人・黒井登起雄；関東地方の地質とコンクリート用砕石の生産・供給動向～栃木・茨城県産砕石の品質特性を含む～，平成 24 年度技術研究発表会，土木学会関東支部栃木会，2013.2（投稿中）
- 4) 産業技術総合研究所地質調査総合センター；20 万分の 1 日本シームレス地質図（DVD 版），(社)東京地学協会，2009
- 5) 経済産業省；砕石動態統計調査，経済産業省ホームページ，2012.4
- 6) 鹿野拓也・黒井登起雄；栃木県産岩石の力学的（強度・弾性係数・ポアソン比）および物理的特性，JCI 関東支部栃木地区研究発表会講演概要集，日本コンクリート工学会（JCI），2012.3