

骨材性能評価手法に関する研究

その1 骨材性能とコンクリートの力学特性

A Study on Evaluating Methods of Aggregate Performance

Part1. Relationship of Aggregate Performance and Mechanical Properties of Concrete

山崎 順二* 立松 和彦*
高見 錦一*

要 旨

骨材の性能を簡易かつ迅速に評価することを目的として、骨材破碎試験を用いる手法について検討した。本研究では、骨材破碎試験により得られる骨材強さ係数を骨材性能指標として定義し、この指標を用いて骨材の種類や岩種による性能の差異について検討した。さらに、コンクリートの圧縮強度や弾性係数と骨材性能指標との関連性について検討した。その結果、骨材強さ係数は骨材自体の性能を適切に表現する指標として有効であること、また、骨材沈下量および骨材強さ係数はコンクリートの力学的性質との関連性があることがわかった。

キーワード：骨材性能／骨材強さ係数／骨材弾性係数／圧縮強度／弾性係数

1. はじめに

コンクリートの力学的性質や収縮性状は、水セメント比や単位水量などの調査条件だけでなく、骨材自体の性能によって大きく左右される。特に、超高強度コンクリートにおいては、骨材自体の強度が低い場合は目標とする圧縮強度が得られない危険性もある。そこで、使用する骨材が超高強度コンクリートに適用できるものであるかどうかを簡易かつ迅速に判定することができれば、早い段階で適切な骨材選定や製造工場の選定を行うことが可能となる。また、超高強度コンクリートだけでなく、要求性能に応じて使用骨材を選別することや、要求性能を満たすべく必要な対策を計画することも可能となる。

本研究は、骨材自体の性能を簡易に評価する手法を確立することを目的としている。本報では、まず、骨材性能を評価する手法について検討し、実験によって得られた骨材性能とコンクリートの力学的性質との関連性について検討する。

2. 実験概要

2.1 骨材性能試験

関西地区を中心に23種類の粗骨材を収集し、それぞれの粗骨材について、表乾密度、絶乾密度、吸水率、実積率の測定および骨材破碎試験を行った。実験結果から得られる骨材自体の性能を表現するための指標を用い、骨材種類や岩種による性能の差異、超高強度コンクリートへの適用性などについて評価を行った。

(1) 密度および吸水率の測定

粗骨材の密度および吸水率の試験は、JIS A 1110に準じて行った。

(2) 骨材性能の評価手法

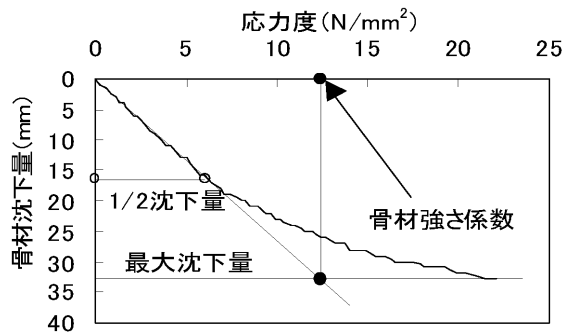
骨材性能指標は、単純な試験を行うことによって指標が導き出せ、骨材の特性を的確に表現でき、かつコンクリートの特性と関連のあることが重要である。

そこで、骨材性能を評価するための試験として、骨材破碎試験を用いる手法について検討した。骨材破碎試験を採用したのは、筆者の既往の研究結果¹⁾から、骨材破碎試験によって得られる骨材性能指標が、コンクリートの圧縮強度や乾燥収縮率と高い相関があることが認められているに加えて、骨材の性能を評価する指標として有効であると判断したためである。

この手法は、再生骨材の性能評価システム¹⁾を碎石などの普通骨材に適用するものであり、BS 812に示される骨材破碎試験の結果から得られる骨材破碎値に加えて、骨材破碎値よりも迅速に結果を得ることができる骨材強さ係数や骨材沈下量を指標として用いるものである。骨材強さ係数は、既往の研究¹⁾において、試験の簡便性、試験結果の迅速性およびコンクリートの物性と骨材自体の強度との関連性などを考慮した場合、骨材性能指標として最も有効な指標であると考えているものである。

骨材の強さを表現する場合、一般的には骨材破碎値が用いられることが多い。しかし、BS 812に準じて骨材破碎値を求める場合、試験工程の関係で結果が得られる

*建築研究グループ



図－１ 骨材強さ係数の求め方

まで試験開始から約２日を要する。一方、骨材強さ係数の場合は、破碎試験を行ったその日に結果を得ることができ、迅速な評価が可能となる。

ここで、骨材強さ係数とは、図－１のように、骨材破碎試験における骨材沈下量－応力度曲線の原点と最大沈下量の1/2の点を結んだ割線と、最大沈下量における応力度軸に平行な直線との交点の応力度で表される値であり、図中の矢印で示した点を「骨材強さ係数 (N/mm²)」、同図中の最大沈下量の点を「骨材沈下量 (mm)」と定義する。本報では、骨材破碎値および骨材沈下量についても検討を加える。

3. 実験結果および考察

3.1 骨材の品質試験

11都府県から計23種類の粗骨材を収集し、それらについて骨材の品質試験を行った。骨材の岩種は、大別して8種類である。

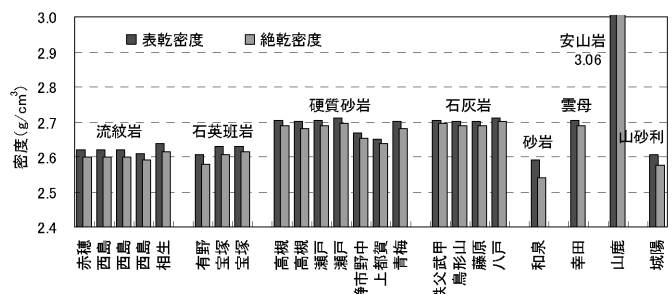
粗骨材の表乾密度および絶乾密度の測定結果を図－２に示す。表乾密度はほとんどの粗骨材が2.61～2.71g/cm³の間の値を示した。特徴的な粗骨材は、熊本県山鹿産の安山岩であり、表乾密度が3.06g/cm³と極端に大きくなっている。表乾密度には岩種による傾向があり、石灰岩および硬質砂岩は、石英班岩より0.1g/cm³程度密度が大きいことがわかる。また、砂岩および山砂利は2.60g/cm³程度とやや小さい傾向にあった。

絶乾密度については表乾密度と同様の傾向があり、山鹿産のみ極端に大きな密度を示した。山鹿産の安山岩には、岩石中の鉱物組成として鉄分が比較的多く含まれているために、粗骨材密度がその他の粗骨材よりも極端に大きくなったと考えられる。

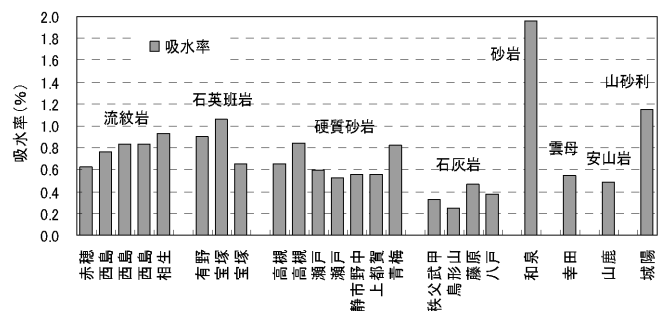
図－３に粗骨材の吸水率を、図－４に吸水率と表乾密度の関係を示す。図中には回帰曲線を示しているが、一般的に密度が大きい骨材は骨材内部の空隙が少ないと考えられ、その結果、吸水率が小さくなる傾向にあること

が理解できる。しかし、安山岩および砂岩については、その他の骨材の密度と吸水率の関連性とはやや異なった傾向を示した。安山岩については、吸水率は0.5%程度と石灰岩よりやや大きめであるにも関わらず、密度が極端に大きくなっている。また、砂岩については、その他の粗骨材よりも吸水率が極端に大きくかつ密度も小さいことから、骨材組織内部に空隙が多く、骨材弾性係数や骨材自体の強度が小さいと推察される。弾性係数が小さい骨材はセメントやモルタルの収縮に対する拘束力が小さくなるため、コンクリートの乾燥収縮率が大きくなる傾向にある。さらに、吸水率が大きいと、骨材自体の収縮率も大きくなる傾向にある。

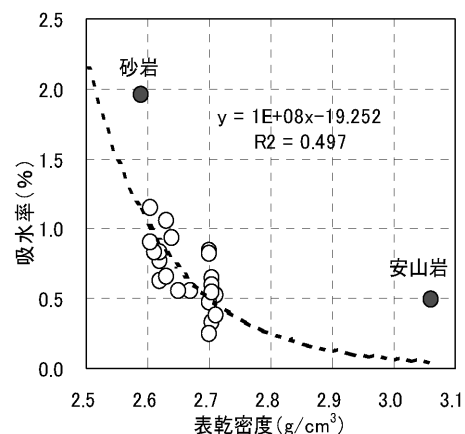
図－５に、粗骨材の見かけの実積率を示す。ここでいう見かけの実積率とは、JIS A 1104に準じた試験により



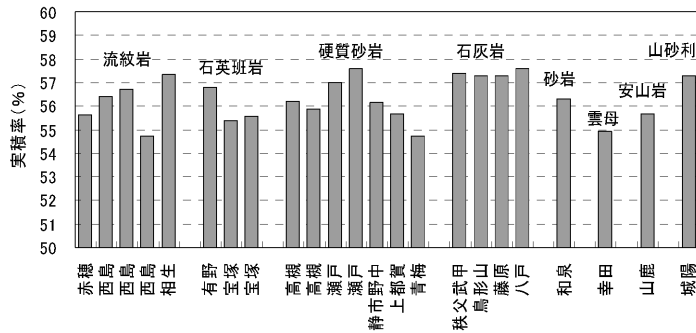
図－２ 粗骨材の表乾密度および絶乾密度



図－３ 粗骨材の吸水率



図－４ 吸水率と表乾密度の関係



図－5 粗骨材の見かけの実積率

得られた値ではなく、骨材寸法が10mm～14mmの範囲の骨材破碎試験を行う直前の試料を用いて求めた値である。同じ岩種であっても、製造業者、採取場所、製造方法などの違いによって、実積率つまり骨材形状が異なることがわかる。

3.2 骨材の性能評価試験

23種類の粗骨材を用いて骨材の性能評価試験を行った。破碎試験の状況を写真－1に示す。試験方法は、BS 812に準じた骨材破碎試験であるが、破碎試験と同時に、載荷に伴って生じるプランジャーの沈下量（骨材沈下量）を、4本の変位計を用いて連続的に測定した。BS 812は、円筒形の鋼製の筒の中に粗骨材を所定量詰め（手順1および手順2）、圧縮試験機で400kNまで載荷（手順3）することによって骨材破碎値を求める試験である。

骨材破碎値は、粗骨材の形状や実積率に影響されると考えられる。厳密に評価を行うとすれば全ての粗骨材の実積率を等しくして骨材破碎試験を行うべきであるが、それは非現実的であることや、粗骨材の迅速評価という目的に相違するため、今回の実験では特に実積率の調整を行わず、ランダムに試料を採取してBS 812に準じた粒度調整のみを行った粗骨材を用いて骨材破碎試験を行った。なお、試験を行った粗骨材の実積率の範囲は、図－5に示す通り、54.7%～57.6%であった。

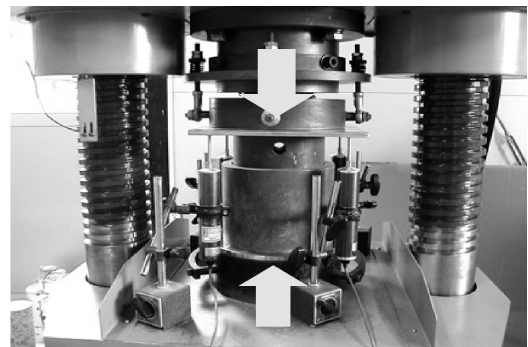
粗骨材の骨材破碎値を図－6に示す。破碎値は、石灰岩が20～25%とその他の岩種の骨材よりも大きくなっているが、この理由は、石灰岩の結晶構造が層状であるため、載荷により層間剥離が多く生じたためと考えられる。また、硬質砂岩の中でも、青梅産のものは極端に骨材破碎値が大きくなった。青梅産の硬質砂岩は他の硬質砂岩に比べて吸水率がやや高いことから、内部組織が他の硬質砂岩よりもややポーラスであったことが推察される。密度と吸水率が特徴的な傾向を示した砂岩については破碎値が15%程度であり、流紋岩、石英班岩および高槻産の硬質砂岩とはほぼ同程度であった。また、密度が極端に



手順1.（所定量の粗骨材を計量）



手順2.（計量した粗骨材をシリンダーに詰める）



手順3.（圧縮試験機で400kN/10minで載荷）

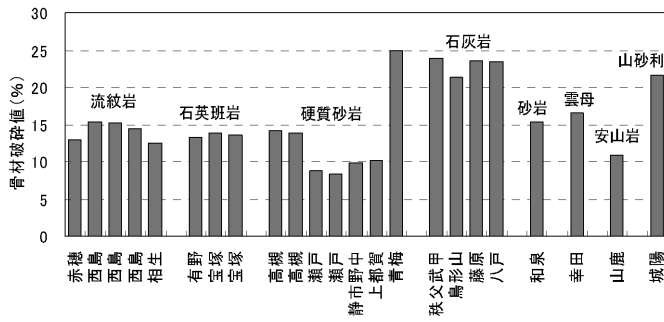
写真－1 骨材破碎試験の状況

大きかった安山岩は骨材破碎値が10%程度と小さく、粗骨材としては硬質であることがわかる。

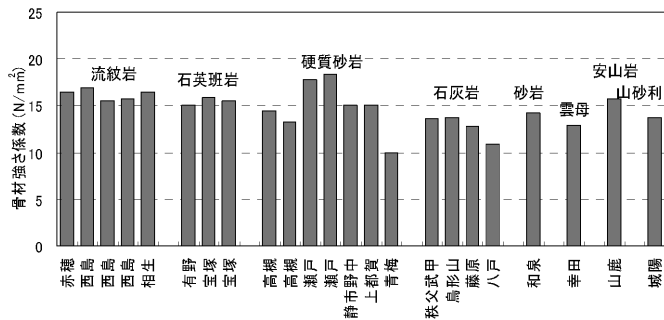
図－7に粗骨材の骨材強さ係数を、図－8に骨材沈下量を示す。

今回の実験で収集した粗骨材の強さを骨材性能試験の結果より判断すると、瀬戸産の硬質砂岩が骨材破碎値が小さくかつ強さ係数も最も大きいことから粗骨材としては最も硬質であり、高い性能を有していると考えられる。また、西島産、赤穂産および相生産の流紋岩の骨材強さ係数がその他の骨材よりもやや大きく硬質であると考えられ、次いで宝塚産の石英班岩、高槻産の硬質砂岩の順であると考えられる。

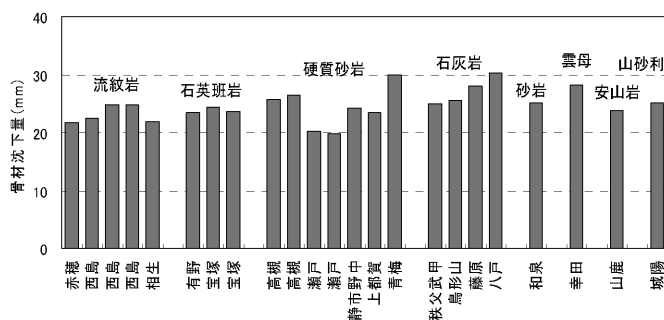
また、骨材破碎値は、流紋岩の中でも赤穂産が最も小



図－6 骨材破砕値



図－7 骨材強さ係数

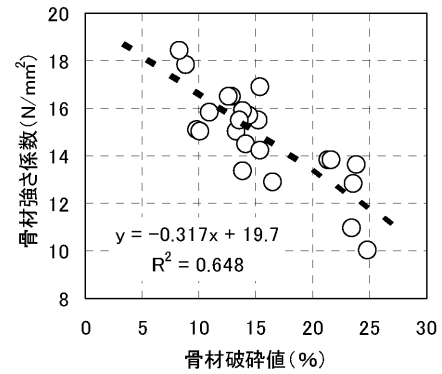


図－8 骨材沈下量

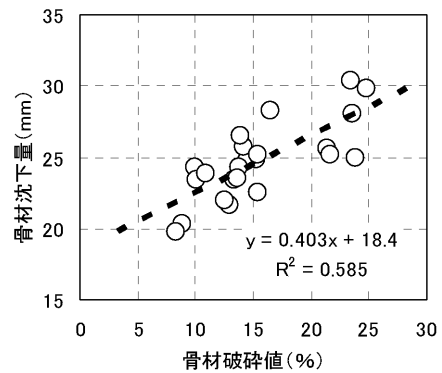
さく、骨材強さ係数の大きかった西島産が15%程度とやや大きくなったが、これは粗骨材の形状や実積率による影響と考えられる。つまり、実積率の小さい粗骨材は粒形が悪く角張った形状のものが多いため、試験時の载荷によって粗骨材の割れ（角カケ）が粒形の良い粗骨材よりも多く生じ、その結果として骨材破砕値が大きくなる傾向にあると考えられる。

これに対し、骨材強さ係数は、試験時の骨材沈下量と载荷応力との連続的な関係から得られる指標であるため、試験の最終的な値だけを表現した骨材破砕値よりも骨材粒形や特徴的な結晶構造を持つ骨材の特性を反映した数値となり、間接的ではあるが、骨材自体の強さ（強度）と硬さ（弾性係数）を表現する指標として有効な値であると考えられる。

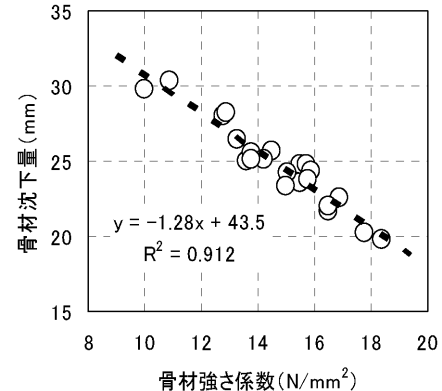
骨材破砕値と、骨材強さ係数および骨材沈下量との関係を図－9 におよび図－10に示す。骨材破砕値は、骨材



図－9 骨材破砕値と骨材強さ係数



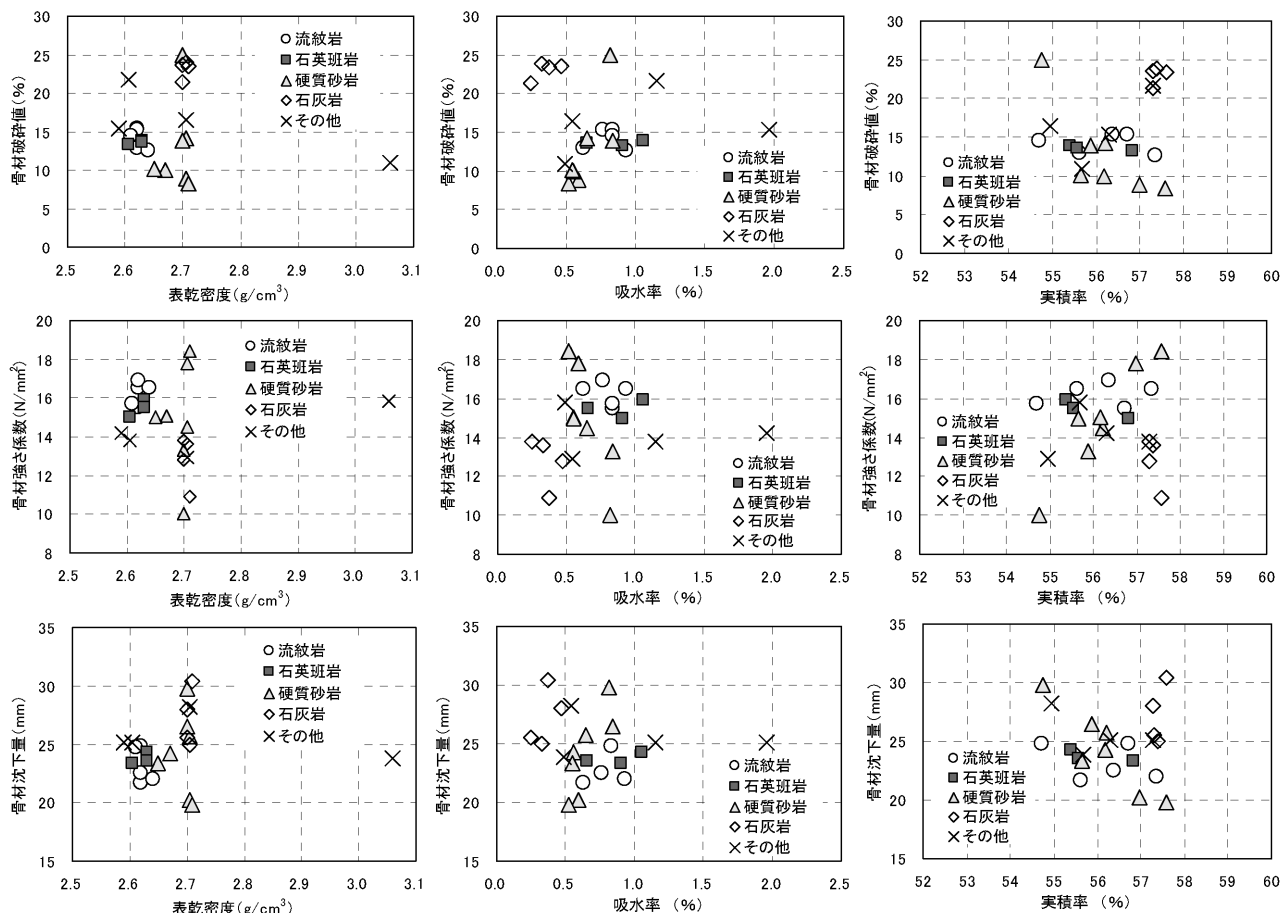
図－10 骨材破砕値と骨材沈下量との関係



図－11 骨材沈下量と骨材強さ係数の関係

沈下量よりも骨材強さ係数との関連性の方がやや高いことが理解できる。さらに骨材沈下量と骨材強さ係数との間には、図－11に示すように、骨材沈下量の小さい骨材ほど骨材強さ係数が大きくなるという極めて高い負の相関が認められた。

図－12に、骨材の品質（骨材密度、吸水率および実積率）と骨材性能指標（骨材破砕値、骨材強さ係数および骨材沈下量）との関係をそれぞれ示す。密度および吸水率には、いずれも明確な相関は認められなかった。これは、骨材品質だけでは、骨材自体の性能を表現できないことを示唆している。一方、骨材の実積率と骨材性能



図－12 骨材品質と骨材性能指標との関連性

指標の関係は、実積率が小さくなると骨材強さ係数がやや小さくなり、かつ骨材沈下量が大きくなる傾向にある。このことは、骨材の形状と強さをある程度適切に表現している結果であると考えられる。これより、骨材性能指標のうち、骨材強さ係数および骨材沈下量は、骨材自体の形状と物理的性能をあわせて表現することができる指標となる可能性がある。

3.3 各粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度試験

(1) 実験概要

骨材性能評価試験により骨材自体の強さを評価した粗骨材を用いて室内試験練りを行うことにより、粗骨材の種類や岩種の違いがコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響について調査を行った。

使用した粗骨材は、表－1に示す14種類である。ここでは、骨材の岩種および品質の影響を評価することを目的としているため、全ての供試体において同一の超高強度モルタルを作製し、そのモルタルに一定量の粗骨材を混入することによってコンクリート供試体を作製した。超高強度モルタルに使用した材料を表－2に示す。シリ

カフュームセメントを使用したのは、モルタルマトリックスが骨材と同等以上の強度を発現することを期待したことに加え、骨材周囲の遷移帯を極力薄くすることによってモルタルマトリックスと骨材界面との付着を強めることに配慮したためである。

コンクリートの調合計画概要を表－3に示す。水セメント比は15%、単位水量は175kg/m³とした。粗骨材量は全ての粗骨材に対して単位粗骨材かさ容積を0.56m³/m³の一定とした。水セメント比を15%と超高強度化したのは、前述のように粗骨材自体の強度や品質を評価することが目的であるため、コンクリートが圧縮破壊する際に、モルタル部分が弱点となり破壊するのではなく、粗骨材が先行して破壊することに配慮したためである。

試験練りにおいて練混ぜ量は10ℓとした。練混ぜには容量10ℓのオムニミキサーを用い、最初に砂、セメント、水、混和剤を5分間練混ぜ、その後、粗骨材を投入して90秒間練混ぜた。練り上がり後、材齢28日および91日の圧縮強度試験用供試体を作製した。供試体は全て標準水中養生とした。また、コンクリート供試体と併せて、粗骨材を混入する前のモルタル供試体も作製した。

表－１ 試験練りを行った粗骨材種類

採取県名	産地名	岩種（岩質）	表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)
兵庫県	赤穂	流紋岩質溶結凝灰岩	2.62	2.60	0.63
兵庫県	西島	石英安山岩質凝灰岩	2.62	2.60	0.77
兵庫県	西島	流紋岩	2.61	2.59	0.84
兵庫県	相生	流紋岩	2.64	2.62	0.94
兵庫県	有野	石英班岩	2.61	2.58	0.91
兵庫県	宝塚	石英班岩	2.63	2.61	1.06
兵庫県	宝塚	石英班岩	2.63	2.62	0.66
大阪府	高槻	硬質砂岩	2.71	2.69	0.65
愛知県	瀬戸	硬質砂岩	2.71	2.70	0.52
栃木県	上都賀	硬質砂岩	2.65	2.64	0.55
東京都	青梅	硬質砂岩	2.70	2.68	0.82
埼玉県	秩父武甲	石灰岩	2.71	2.70	0.33
大阪府	和泉	砂岩	2.59	2.54	1.96
熊本県	山鹿	安山岩	3.06	3.05	0.49

表－２ 超高強度モルタルに使用した材料

セメント	シリカフェウムセメント、密度：3.08g/cm ³
水	上水道水
細骨材	改良砕砂（湿式） 表乾密度：2.60g/cm ³
混和剤	高性能AE減水剤（SP-8HU）、AE助剤（404）

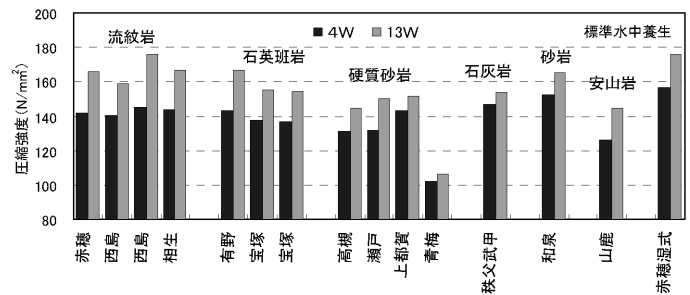
表－３ コンクリートの計画調合表

W/C %	Gかさ m ³ /m ³	C 上段：ℓ/m ³ 、下段：kg/m ³	W ℓ/m ³	S kg/m ³	G kg/m ³	SP C×%	AE C×%
15.0	0.56	379 1167	175 175	106 275	330	3.0	0.2 (100T)

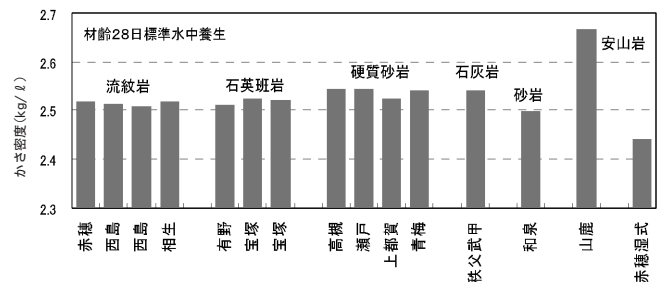
(2) 実験結果および考察

材齢28日および91日の標準水中養生供試体の圧縮強度試験結果を図－13に示す。圧縮強度発現性は、青梅産硬質砂岩を除くと、材齢28日の時点で125～145N/mm²、材齢91日で145～175N/mm²の範囲であった。青梅産硬質砂岩については材齢91日でも106N/mm²しかなく、極端に強度発現が小さくなった。青梅産硬質砂岩は、同じ岩種の中でも骨材破砕値が大きくかつ骨材強さ係数も小さくなっており、圧縮強度と骨材性能指標との良好な関連性が認められた。

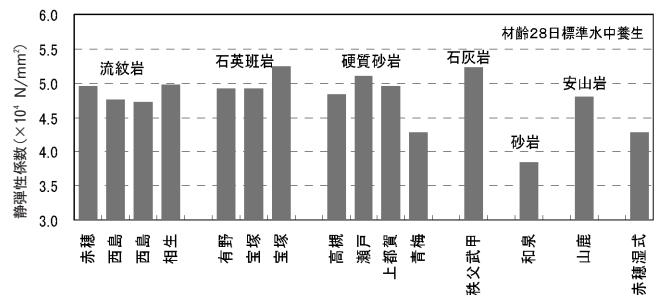
一方、モルタル供試体の圧縮強度は材齢28日で157 N/mm²、材齢91日で176N/mm²であり、コンクリートの強度よりも大きくなっている。このことから、全てのコンクリートは骨材強度もしくは骨材－モルタル界面が圧縮荷重に耐えきれずに破壊に達していることになり、本実験で得られたコンクリートの圧縮強度は、全て粗骨材



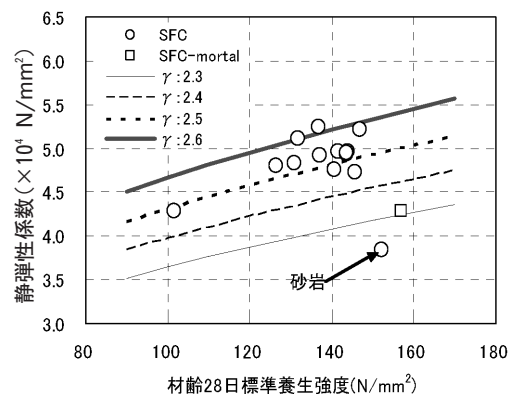
図－13 材齢28日・91日での標準水中養生圧縮強度



図－14 材齢28日標準水中養生供試体のかさ密度



図－15 コンクリートの静弾性係数



図－16 静弾性係数と圧縮強度の関係

の品質に依存していると考えられる。

材齢28日標準水中養生供試体のかさ密度を図－14に示す。かさ密度は、粗骨材密度が極端に大きかった山鹿産安山岩を用いた場合に極端に大きく、和泉産砂岩がやや小さくなっているが、それ以外の供試体では、2.50～2.55 kg/ℓ程度であった。

また、材齢28日の圧縮強度試験と同時に静弾性係数を測定した。

図-15にコンクリートの静弾性係数を示す。静弾性係数は、かさ密度の低かった和泉産砂岩を用いた供試体が最も小さく、次いで圧縮強度発現の低かった青梅産硬質砂岩が小さくなった。和泉産砂岩については、骨材性能指標ではその他の粗骨材と同程度の値を示していたが、吸水率が極端に大きくなっており、このことがコンクリートの静弾性係数に大きな影響を与えていると考えられる。

静弾性係数と圧縮強度の関係を図-16に示す。図中にはRC基準式を用いて $\gamma=2.3\sim 2.6\text{kg}/\ell$ として計算により求めた曲線を併せて示した。静弾性係数は和泉産砂岩のみその他の骨材と異なる傾向を示しているが、それ以外は $\gamma=2.5\sim 2.6\text{kg}/\ell$ の間に散布しており、静弾性係数と圧縮強度との相関性は、コンクリートのかさ密度に依存するところが大きいことが分かった。

3.4 骨材品質と力学的性質の関連性

粗骨材の表乾密度および吸水率と、コンクリートの材齢28日および91日の圧縮強度との関係を図-17に示す。

本室内試験練りでは、全ての調査において、密度 $2.45\text{kg}/\ell$ のモルタルに各地の粗骨材を練混ぜることにより供試体を作製している。そのため、コンクリート供試体の密度の差異は、全て粗骨材の密度の違いにより生じることになる。

一般的に、コンクリートの密度が大きくなると圧縮強度が大きくなる傾向にあると考えられるが、本実験の結果からは顕著な傾向は認められなかった。山鹿産安山岩を用いた供試体は、粗骨材の表乾密度がその他の粗骨材よりも極端に大きい、圧縮強度は同程度であった。

圧縮強度と吸水率の関係に関しても、吸水率が大きくなると圧縮強度が低下するという明確な傾向は認められなかった。和泉産砂岩については、吸水率が2%程度とその他の粗骨材のほぼ2倍の大きさであるが、圧縮強度は同等以上であった。また、青梅産硬質砂岩については、粗骨材の表乾密度や吸水率はその他の粗骨材と差はない

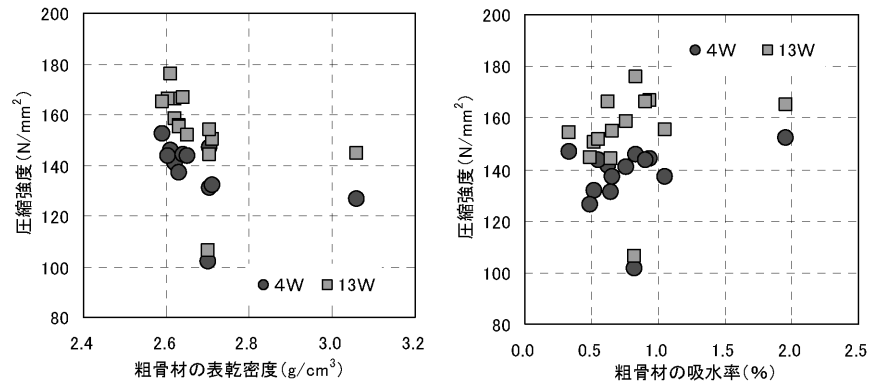


図-17 圧縮強度と粗骨材の表乾密度および吸水率

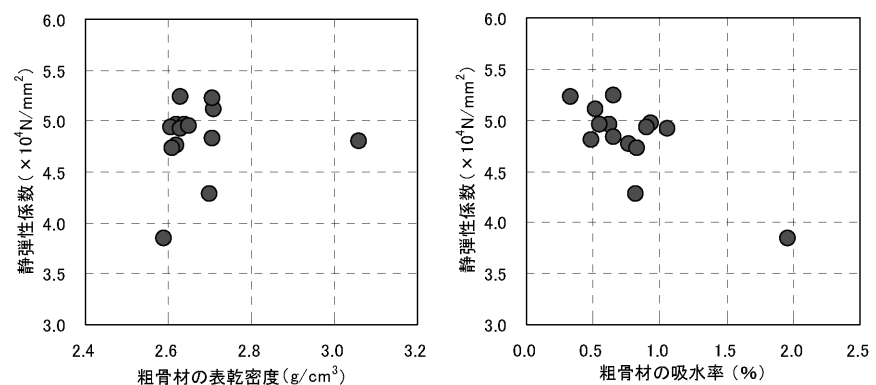


図-18 静弾性係数と粗骨材の表乾密度および吸水率

が、圧縮強度は極端に小さくなり、骨材破砕値および骨材強さ係数と同様に特徴的な傾向を示した。

今回の実験では、圧縮強度と表乾密度および圧縮強度と吸水率の間に明確な傾向は認められなかった。これは、モルタルが全て同じ品質であることと、強度レベルが超高強度域であることから、粗骨材の品質（密度や吸水率）による影響がコンクリートに顕著に現れなかったためと考えられる。

以上より、 $100\text{N}/\text{mm}^2$ を超える超高強度域においてコンクリートの圧縮強度発現に及ぼす影響は、粗骨材の表乾密度や吸水率よりも、モルタル-骨材界面の付着性能や骨材性能指標によって表現される粗骨材自体の強度の方が大きいと考えられる。

粗骨材の表乾密度および吸水率と、コンクリートの静弾性係数との関係を図-18に示す。静弾性係数は粗骨材の吸水率との間にある程度の相関があると考えられる。

3.5 骨材性能指標と力学的性質の関連性

骨材性能試験を行うことにより骨材自体の性能を精度良く評価できれば、要求される強度範囲に適用できる骨材であるかどうかを迅速に判定することが可能となる。そこで、骨材性能評価試験によって得られた骨材性能指

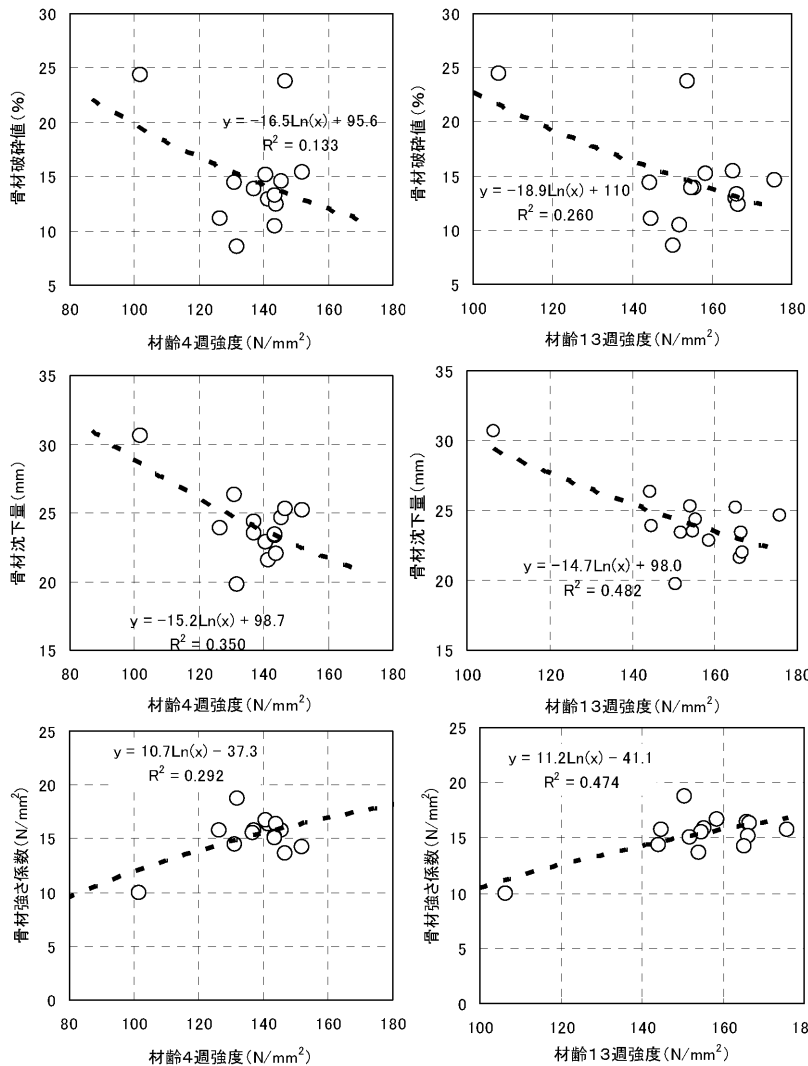


図-19 骨材性能指標とコンクリートの圧縮強度の関係

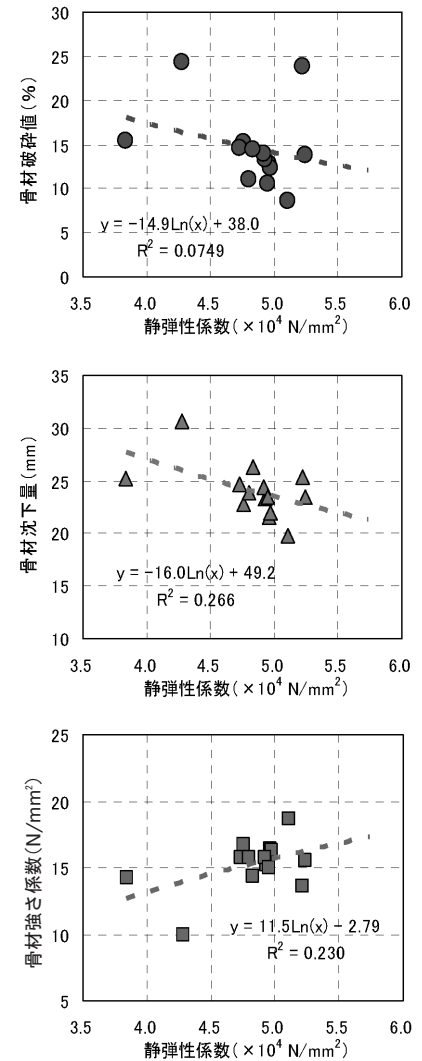


図-20 骨材性能指標と静弾性係数の関係

標とコンクリートの圧縮強度の関連性について検討する。

材齢28日および91日における標準水中養生強度と、骨材破砕値、骨材沈下量、骨材強さ係数の関連性を図-19に示す。材齢28日の時点よりも材齢91日の方がそれぞれの相関がやや高くなり、また骨材性能指標との相関性は、骨材破砕値が最も低く、骨材強さ係数と骨材沈下量がほぼ同程度の相関性が認められた。さらに、骨材沈下量については、骨材強さ係数との間に高い相関があることが認められているので、骨材強さ係数を用いることによって、骨材自体の性能や、適用できる圧縮強度レベルを、迅速かつほぼ的確に把握できると考えられる。

骨材性能指標とコンクリートの静弾性係数の関連性を図-20に示す。静弾性係数は、圧縮強度と同様に、骨材破砕値ではなく骨材沈下量および骨材強さ係数との間に破砕値よりも高い関連性があると考えられる。

3.6 骨材弾性係数の推定

骨材自体の弾性係数を、式(1)に示すHashin-Hansen式を用いて推定した。式(1)は、複合材料の弾性係数推定に関して広範囲に適用できると考えられている。

$$E = \frac{(1-g)E_m + (1+g)E_g}{(1+g)E_m + (1-g)E_g} E_m \quad (1)$$

ここに、E：コンクリートの静弾性係数

E_m ：モルタルの静弾性係数

E_g ：粗骨材の静弾性係数

g ：粗骨材容積

式(1)により推定した骨材弾性係数と、骨材の表乾密度および吸水率の関連性を図-21に示す。推定された骨材

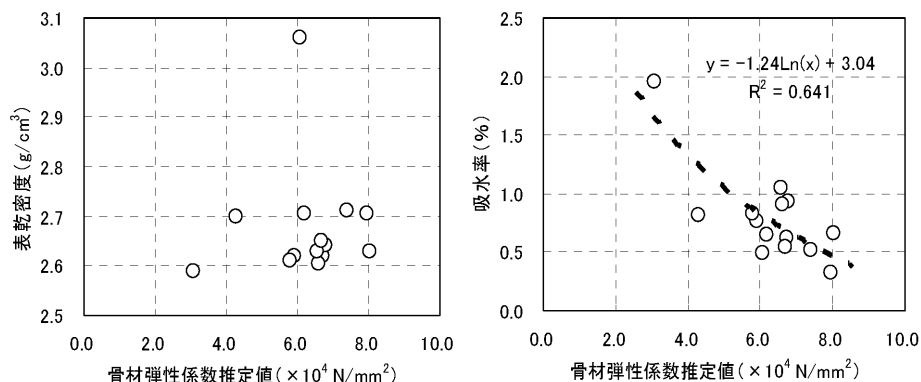


図-21 骨材品質と骨材弾性係数推定値の関係

自体の弾性係数は、表乾密度よりも吸水率との相関が高いことが理解できる。これより、吸水率が小さく内部組織が密実な骨材ほど、骨材強度が高く高弾性な骨材であることが理解できる。

さらに、骨材性能指標と骨材弾性係数の関係を図-22に示す。本実験では、全ての粗骨材においてモルタルを同一

調査としているため、骨材弾性係数推定値は図-20に示したコンクリートの静弾性係数との関連性と同様の傾向となり、骨材弾性係数推定値は、骨材沈下量および骨材強さ係数との間に関連性が認められた。

4. 骨材性能指標を用いた粗骨材の適用性評価

100N/mm²以上の超高強度コンクリートが要求される場合、納入予定のレディーミクストコンクリート工場が保有している粗骨材が、要求される強度のコンクリートに適用できるかどうかを迅速に判定する方法として、骨材性能のみを評価することによって粗骨材を選定する方法（骨材性能評価システム）について検討する。

設計基準強度100～140N/mm²のコンクリートの調査強度は表-4に示す通りであり、調査設計を28日で行う場合と91日で行う場合の2種類について示した。なお、当社で行った実験結果から、28日で調査設計する場合の₂₈S₉₁値を0.0N/mm²、91日で設計する場合の₉₁S₉₁値を10 N/mm²とした。

これらの数値を骨材強さ係数と圧縮強度の関係の図に追記したものを図-23に示す。例えば、材齢28日で調査設計を行う場合は、設計基準強度140N/mm²の設計に関して、今回骨材性能評価試験を行った粗骨材ではやや強度不足とみなされるが、材齢91日で調査設計を行うことにより、140N/mm²程度まで適用できる粗骨材も含まれ

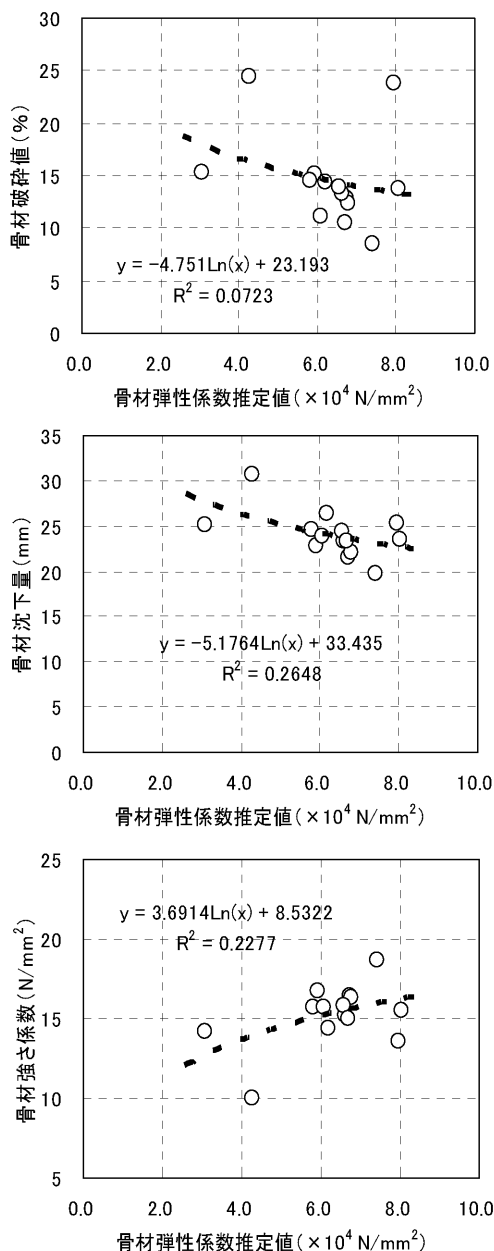


図-22 骨材性能指標と骨材弾性係数推定値の関連性

表-4 コンクリートの設計基準強度と調査強度

(単位：N/mm²)

設計基準強度 N/mm ²	mSn値		調査強度	
	₂₈ S ₉₁ 値	₉₁ S ₉₁ 値	28日設計	91日設計
100	0.0	10.0	117.3	129.0
120	0.0	10.0	140.8	152.5
140	0.0	10.0	164.2	176.0

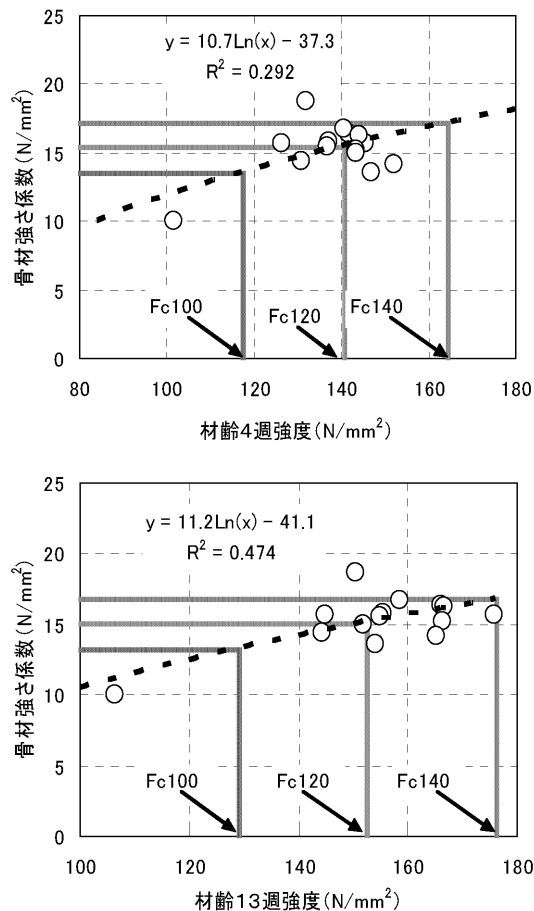


図-23 骨材強さ係数と材齢28日・91日強度の関係

ることが理解できる。

実験結果から得られた図-23のような図表を判断基準として使用することにより、骨材強さ係数を測定することでどの強度レベルまで適用可能な粗骨材であるかを迅速に判断できると考えられる。

5. まとめ

23種類の粗骨材を用いて骨材性能試験を行い、それらの粗骨材を用いて室内試験練りを行うことにより、粗骨材の岩種および品質の違いがコンクリートの力学的性質に及ぼす影響について評価した。さらに、骨材性能指標を用いた粗骨材の超高強度コンクリートへの適用性評価について検討した。

実験により得られた結果を以下に示す。

- 1) 骨材強さ係数および骨材沈下量は、粗骨材の性能を表す指標として有効である。
- 2) 超高強度コンクリートの強度発現性は、粗骨材の密度や吸水率ではなく、粗骨材自体の強度と硬さ、粗骨材-モルタル界面の付着力などが大きく影響する。
- 3) コンクリートの静弾性係数は、骨材の吸水率が大き

い骨材において極端に小さくなる。

- 4) 骨材性能指標である骨材強さ係数および骨材沈下量は、コンクリートの力学的性質との関連性がある。
- 5) 超高強度コンクリートに適用可能な粗骨材であるかを、骨材性能指標を用いることによって概ね判定することができる。

現在、本実験に引き続き、粗骨材の違いがコンクリートの乾燥収縮率に及ぼす影響を評価すべく実験を進めている。今後、これらの実験結果から、骨材自体の性能を評価することによってコンクリートの乾燥収縮特性を推定できる手法を確立する所存である。

[参考文献]

- 1) 山崎順二、二村誠二：骨材性能評価システムによる再生骨材コンクリートの力学特性、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.23、No.1、pp.253-258、2001
- 2) 山崎順二、二村誠二：骨材性能評価システムによる再生骨材コンクリートの乾燥収縮特性、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.24、No.1、pp.1239-1244、2002