

骨材およびコンクリートの弾性係数について

岩手大学 正員 ○ 椎子国成
岩手大学 正員 藤原忠司

1. まえがき

筆者らは先にくつがの骨材を対象とし、それら自体の弾性係数を求めてみた¹⁾。その結果、応力ひずみ曲線、普通・軽量両骨材の比較および弾性係数と諸物理量との関係などについてある程度の傾向を捉えることができた。しかし、この実験で用いた試料の数は少なく、結果の信頼性には疑問が残った。今回の実験の目的のひとつは、先の実験の不十分な点を補うことであり、このため計43種類の骨材について弾性係数を求めた。

コンクリートはセメントペーストと骨材とからなる複合材料であり、コンクリートの弾性係数に骨材の弾性係数が大きく関連するであろうことは疑いない。そこで、本実験ではこの点についても検討することにし、上述の骨材を用いて作製したコンクリートについてその弾性係数を求め、従来提案されている弾性係数の複合式を参照しながら、その関連を考察してみた。

2. 実験概要

前回、普通骨材としては河原石を対象にしたが、後述の理由により今回は岩手県内より採取した岩石を用いることにした。これらの岩石から $\phi 24 \times 40 \text{ cm}$ の円柱をコアリングし、側面3箇所、貼付した抵抗線ひずみゲージにより変形を測定した。載荷装置としては一軸圧縮試験機300kgの核力計をとりつけたものを使用した。軽量骨材5種も普通骨材と同様の方法で測定したが、試料の形状は直方体でゲージ貼付は4面である。

普通骨材として岩石を用いたのはコンクリート用骨材として石質の均一なものを使用するためであり、次のような方法で岩石から骨材を準備した²⁾。まず岩石をジョークラッシャーを用い最大径20mm程度に砕く。次にこの砕石状のものをロサンゼルス試験機に投入し、鋼球を用いずに1万回回転させ人工的に角ばりを落とす。最後にこの試料をふるい分け、所定の粒度分布になるよう調整する。このような操作を施したのは骨材形状および粒度分布を各骨材とも同一にし、それらがコンクリートの弾性係数におよぼす影響を消去するためである。軽量骨材も同一の粒度分布になるようにした。

配合は各コンクリートとも同一磨砕配合としたので、結局各コンクリート供試体間の相違は骨材の種類だけになる。供試体は $44 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ の角柱であり、打設後4週間水中養生し、その乾燥状態での弾性係数を測定した。

3. 実験結果および考察

図-1に骨材の応力-ひずみ曲線を示す。載荷装置の都合上、通用荷重の上限が比較的小さかったため、この応力範囲でほとんどの骨材が良好な直線性を示した。しかしながら図のように独特の傾向を示すものもあり、とくに石灰岩質の試料に下に凸の応力-ひずみ曲線をもつ例がいくつか見受けられたのは興味深い。

図-2はこの応力-ひずみ曲線から求めた弾性係数の成分別による範囲を示している。図のように同一の成因であっても弾性係数は広範囲に変化し、単に成因だけで弾性係数を決定できないことが認められる。また、平均値と比較すると、軽量骨材は普

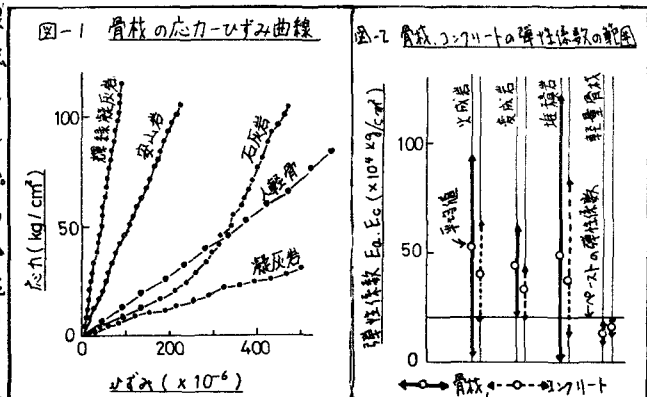
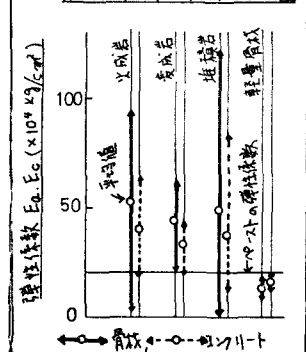


図-2 骨材、コンクリートの弾性係数の範囲



通骨材の約1/2程度の弾性係数で明らかに小さい。なお実験に幅をもたせるため、岩石採取に際しては風化していると思われるものもあえて選定したのできわめて小さな弾性係数の骨材も見受けられる。

この骨材自体の弾性係数を本実験のように直接的に求めるのはきわめてやっかいであり、他の測定容易な物理量からこの値を推定できれば都合がよい。この点を検討してみたのが図-3である。図のように、比重が大きくなるほど、また空隙率が小さくなるほどに弾性係数が大きくなる傾向は明らかであり、これらの傾向から弾性係数の大略の値を推定できることが認められる。なお軽量骨材は普通骨材の傾向からいくぶんずれ、比重および空隙率から推定される弾性係数に比し、実測値は相対的に大きい。これは前述した試料形状のちがいもさることながら、より本質的には焼成により軽量骨材の実質部分が比較的堅固になるためと考えられる。

コンクリートの弾性係数の範囲は前掲の図-5に示してある。当然のことながら、骨材にくらべ範囲は狭く、ペーストの弾性係数に近うこうという傾向がある。この力学的なガタミ合いについては早くから多くの研究がなされ、数多くの複合式が提示されている。ここではこれらのうち代表的な次の4つの式を検討してみた。

並列式 $E_c/E_p = 1 + (n-1) V_a$

直列式 $E_c/E_p = n / \{n - (n-1) V_a\}$

Counto式 $E_c/E_p = \{1 + (n-1) \sqrt{V_a}\} / \{1 + (n-1)(\sqrt{V_a} - V_a)\}$

Hashin-Hansen式 $E_c/E_p = \{n + 1 + (n-1) V_a\} / \{n + 1 - (n-1) V_a\}$

E_c, E_p, E_a : コンクリート、ペースト、骨材の弾性係数、 $n = E_a/E_p$ 、 V_a : 骨材の容積含有率(64%)

実測値と計算値の関係を図-4に示す。図のように各場合ともほぼ良好な相関を示しているが、とくに並列式の相関がきわめて良い。既往の研究ではHashin-Hansen式を支持する結果が多く⁽³⁾、この点本結果と異なっている。これは本実験の場合骨材の容積含有率が比較的大きいこと等実験条件にいくぶん特殊な条件があったためと思われるが、逆に言えば実験条件により複合式の選定には注意を要することを示唆していると考えられる。

<参考文献>

小藤原、惟子、昭和50年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、PP.67~68

佐伯、藤原、昭和51年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、PP.231~232

趙、小林、コンクリート、ジエナル

Vol. 12, No. 7, July 1974, PP.27~34.

