

## コンクリートの品質管理のための 無破壊試験の利用について

水 野 俊 一\*

**要旨** 本文は、コンクリートの無破壊試験を品質管理に用いるとき、試験結果から強度の変動をどうして推定すればよいかという問題を、実験的に研究した結果を、のべたものである。そのおもな結論として、供試体の材令、空気量（A Eコンクリートでは）、粗細骨材料を知れば、動弾性係数から、コンクリートの品質管理上有効な精度で、圧縮強度の推定を行うことができることを示した。

**まえがき** 現場においてつくられるコンクリートの品質を管理するには、まず、ミキサで練り混ぜられたコンクリートの品質を管理しなければならない。このためのコンクリートの試験としては、スランプ、空気量および圧縮強度等の試験が一般に行われている。圧縮強度はコンクリートの重要な性質の一つであるとともに、これによつてコンクリートの他の性質をある程度判断することができるので、圧縮強度試験は必ず行われなければならないことになっている。しかし圧縮強度は、普通は、数週間後でなければその結果が判明しないので、早急に圧縮強度によつて、コンクリートの品質を管理してゆこうとすれば、別に早期（例えば7日）に試験するための供試体をつくり、その変動からコンクリートの品質の変動を推定するというような方法をとらなければならない。しかしこのように、早期試験用の供試体を、基準材令のものほかに作ることは、なるべく少数の供試体で数多くのデータを得たいという現場の要求に反するし、できるにしても労力、設備、人員等の関係からどうしても限られた数の供試体しかできず、したがつて数少ないデータしかえられないため十分な管理ができないという結果になってしまう。いま、早期材令の強度を供試体を破壊せずに知ることができれば、供試体の数を減少することができて非常に好都合である。また、圧縮強度試験機を所有していない現場では、比較的低廉な測定器を用いて強度の推定ができ、管理してゆくことができれば便利である。

このような場合には、供試体は湿潤状態にあるのが普通であるし、材令、骨材の種類もわかっているので、これらが全然わかっていない供試体の強度を推定する場合は、おのずから異なつた方法を用いることができる。本文は、このような場合を対象にして、共振方法によつて求めた動弾性係数から圧縮強度を精度よく推定し、品

質管理の特性値として用いる場合の新しい方法について、実験的に研究した結果を述べたものである。

### 1. 実験方法

#### (1) 測定器械

動弾性係数測定器は、芝浦工業大学内無破壊強度試験研究所製の動弾性係数測定器（X）および日本電子測器KK製ヤング率測定器（Y）の2種を用いた。

#### (2) 供試体

コンクリートの供試体は  $\phi 15 \times 30$  cm 円柱体供試体で、(A) ある現場で管理試験のためにつくつたもの、(B) この試験のために実験室においてつくつたもの、(C) その他のもの、の3種で、(A)のみ(Y)で測定した。

供試体(A)は普通コンクリート(AEコンクリートでないもの)およびAEコンクリート、材令は7日および28日、水中養生のものおよび気乾状態のもの、骨材は数種類、配合は各種のものを含んでいる。供試体(B)は、つぎのようなコンクリートでつくつたものである。

セメント：秩父普通ポルトランドセメント（市販のもの）、秩父早強ポルトランドセメント  
細骨材：相模産、比重 2.56、粗粒率 2.81, 2.41, 2.01 粒度曲線は紙数の関係で省略する。  
粗骨材：(A)大磯産、比重 2.63、(B)千葉県産、比重 2.61、粗粒率、粗骨材最大寸法 40 mm のもの 7.2~7.4, 20 mm のもの 6.4~6.6

A E 剤：ダレックス

コンクリートの配合は、水セメント比 45~80% の5種、粗細骨材比 1.40, 1.80, 2.10 の3種、粗骨材の最大寸法は 20 mm, 40 mm の2種、スランプは 2~5 cm, 8~13 cm, 17~20 cm の3種、コンクリートはAEコンクリートおよび普通コンクリートの2種とした。その他細骨材の粒度を3種、粗骨材の種類を2種用いた。供試体の材令は7日, 28日, 91日の3種、養生は水中養生のものおよび気乾状態（実験室内放置）のもの2種である。

供試体(C)は、他の現場から強度試験を依頼されたもの、および当研究室において他の目的のためにつくつたもので、AEコンクリートもその他のコンクリート

\* 正員 文部教官、東京大学生産技術研究所丸安研究室

も含み、材合は3~91日の各種、骨材も数種、水中養生のものおよび気乾状態のもの、セメントは普通ポルトランドセメントおよび高炉セメント(特殊高炉セメントを含む)、配合は各種のものを含んでいる。

### (3) 測定方法

円柱体供試体を振動盤の上に垂直に立て、縦振動によって測定した。

## 2. 試験結果とその考察

### (1) 動弾性係数と強度との関係

$\phi 15 \times 30$  cm 供試体の動弾性係数  $E_D$  と圧縮強度  $\sigma$  との関係を保試体 (A) (B) について、それぞれ 図-1, 2 に示す。いま、縦軸に圧縮強度の対数を取り、 $E_D$  との関係を保試体 (A) (B) (C) および高林氏のデータについて示すと 図-3 のようになる。これをみると、各種のコンクリートについて、 $E_D$  から  $\sigma$  を推定することはほとんど不可能であることがわかる。このことは、すでに多くの人々によつて確かめられていることであるが、強度の推定をより正確に行う試みとして、樋口芳朗氏は1950年水セメント比を動弾性係数の両者から推定する

図-1 動弾性係数と圧縮強度との関係〔供試体A〕

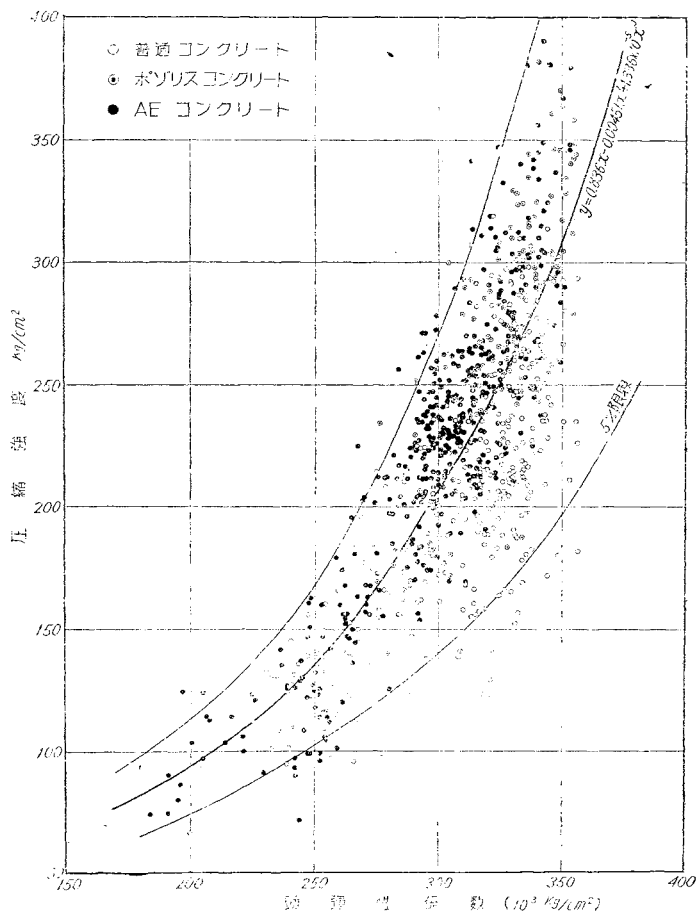
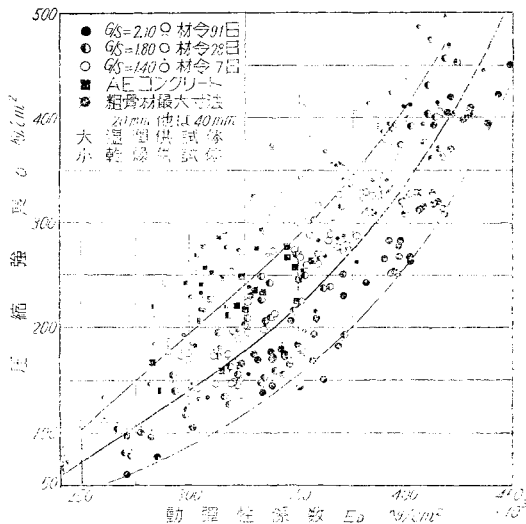


図-2 動弾性係数と圧縮強度との関係〔供試体B〕



方法を示し\*, 1952年には対数減衰率と動弾性係数の両者から推定する方法\*\*を發表された。そこで筆者は、まず市販の動弾性係数測定器を用いて、このような推定が可能かどうかを調べてみた。

### (2) 動弾性係数と対数減衰率と強度との関係

まず最初に、市販の動弾性係数測定器によつて、対数減衰率がどの程度の精度で測定できるかが問題となるので、同じ供試体について、駆動器の上の供試体の位置を少しずつ変えて縦振動による対数減衰率  $\delta$  を2回ずつ測定し、2つの測定値の差  $\Delta\delta$  を調べてみた。図-4に58コの供試体についての  $\Delta\delta$  のヒストグラムを示した。 $\Delta\delta$  の全体での平均値は0.0023であるので、同じ供試体の  $\delta$  を何回も測定したときの変動を標準偏差で表わすと  $0.886 \times 0.0023 = 0.0020$  となる。 $\delta$  の値を平均0.050とすると、精度は約4%となる。この測定はほとんど同じような状態で同じ時刻に行つたので、真の測定精度はこれよりは多少悪いものと思われる。しかし、 $\delta$  の測定値の誤差は大多数は0.004以内と推定される。

供試体 (B) について動弾性係数  $E_D$  と対数減衰率  $\delta$  と圧縮強度  $\sigma$  との関係を図示すると 図-5 のようになる。温調供試体のみについては、 $E_D$  が一定のと

\* 樋口芳朗：音響学的測定法によるコンクリートの強度の判定(土木学会誌 35-3, 昭.25.3)

\*\* 同上：音響学的性質を用いたコンクリートの圧縮強度決定法(Proc. A.S.T.M. 1954)

図-3 動弾性係数と圧縮強度との関係

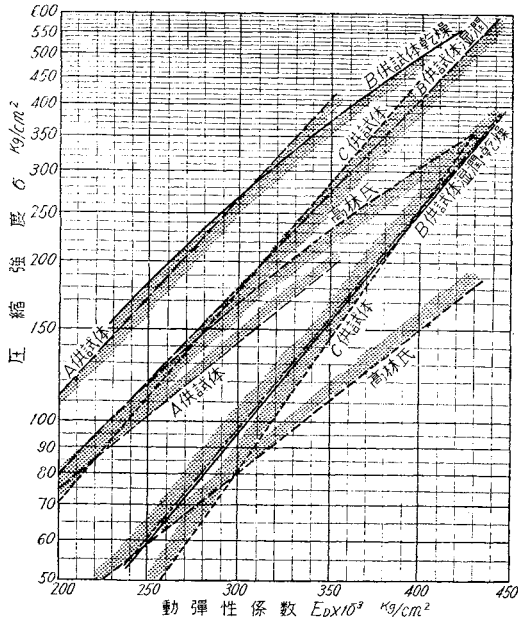


図-4 対数減衰率の測定誤差のヒストグラム

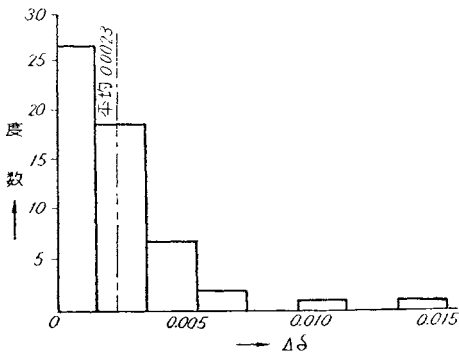
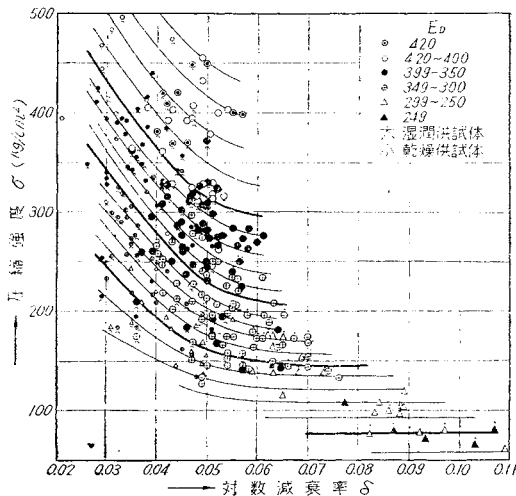


図-5 対数減衰率と圧縮強度と動弾性係数との関係



き、 $\delta$  の大きさによつて  $\sigma$  が変化する傾向ははつきりとは認められないが、乾燥供試体と一緒にすれば、はつきりした傾向が見られるようである。図-5 に示す曲線から  $\sigma$  を推定したとき、推定強度  $\sigma_2$  と実際の強度  $\sigma$  との関係を示すと図-6, 7 のようになる。これによると、圧縮強度の推定精度は変動係数でいえば圧縮強度が 200 および 300  $\text{kg/cm}^2$  の場合、それぞれ 17 および 15% となっている。湿潤供試体あるいは乾燥供試体個々については、この試験結果では  $\delta$  を考慮しても精度があまりよくはならなかつた。この原因が  $\delta$  の測定誤差のためであるかどうかを調べるため、湿潤供試体について  $E_D$  と  $\delta$  との関係を示すと図-8 のようになる。 $E_D$  が等しい場

図-6 動弾性係数および対数減衰率から推定した圧縮強度と、実際の圧縮強度との関係

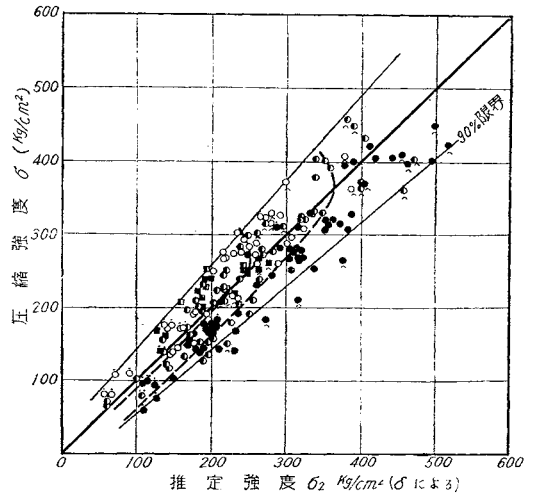


図-7 動弾性係数および対数減衰率から推定した圧縮強度と、実際の圧縮強度との関係

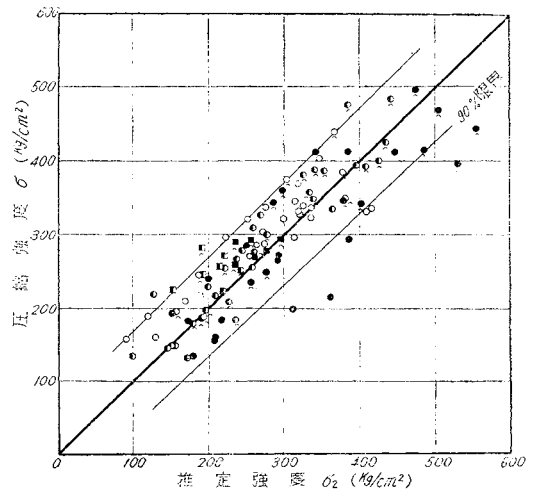
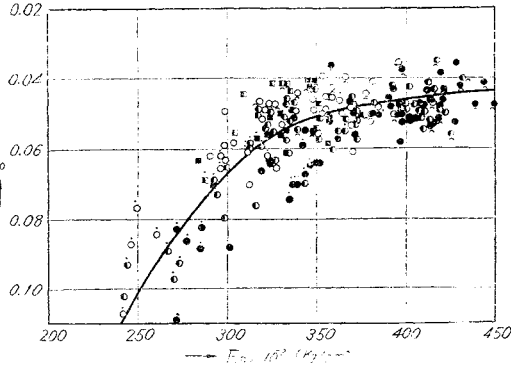
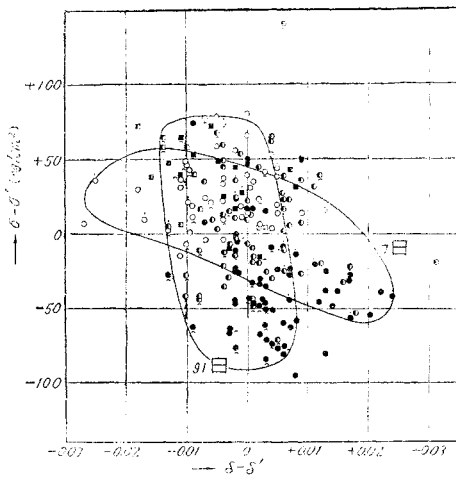


図-8 動弾性係数と対数減衰率との関係



合に、 $\delta$  の変化が強度の変化と関連があるかどうかをみるため、ある  $E_D$  に対する  $E_D-\delta$  曲線に相当する  $\delta$  の値を  $\bar{\delta}$  とし図-2における  $E_D-\sigma$  曲線に相当する  $\sigma$  の値を  $\bar{\sigma}$  として、 $\delta-\bar{\delta}$  と  $\sigma-\bar{\sigma}$  との関係を求めると、図-9 のようになる。これを見ると、 $E_D$  が一定のとき、 $\delta$  が大きいと  $\sigma$  が小さくなる傾向がわずかではあるが認められる。この傾向は  $E_D$  の大きさによつて異なるのであつて、図面は紙数の関係で省略するが、 $E_D$  が小さいときは、この傾向がはつきりしているが、大きくなるに従つて次第にみられなくなつてくる。ごく概略では、 $E_D$

図-9



$>350\,000\text{ kg/cm}^2$  になると傾向がはつきりしなくなつてくる。これが  $\delta$  の測定誤差のせいであるかどうかは明らかでないが、正確に  $\delta$  を測ることができれば、もつとはつきりした傾向が見られるかもしれない。しかし、この実験に使用した2種の市販の測定器を用いては、 $E_D$  と  $\delta$  から強度を推定するのは無理だと思われた。

(3) 動弾性係数と単位体積重量と強度との関係

供試体の性質のうち、試験の際に容易に測定できるものの一つに単位体積重量(供試体の重量をその体積で除

したもの)がある。これが  $E_D$  とともに強度を推定するための1つの factor になりはしないかを調べてみた。単位体積重量を  $\rho$  とし、 $\rho$  と  $E_D$  と  $\sigma$  との関係を図-10に示した。これを見ると、湿潤供試体と乾燥供試体とを同一の曲線で表わすことはできないが、湿潤供試体のみについては、対数減衰率の場合よりもはつきりと  $\rho$  の影響が見えている。すなわち動弾性係数が同じ供試体でも、単位体積重量が大きいものは強度が小さいことがわかる。図-10から推定した強度  $\sigma_s$  と実際の強度  $\sigma$  との関係を図-11に示した。これから圧縮強度が200およ

図-10 供試体の単位体積重量と動弾性係数と圧縮強度との関係

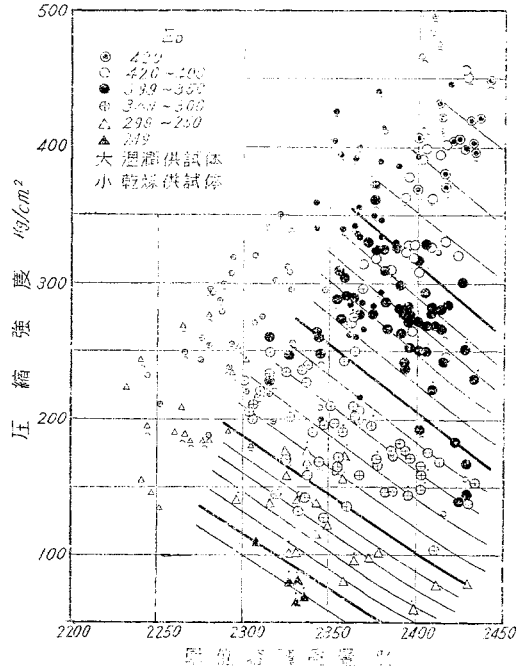
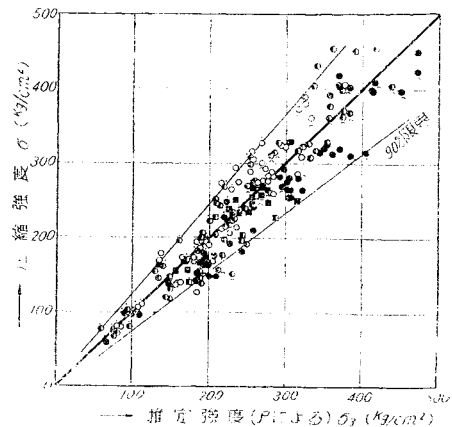


図-11 動弾性係数と単位体積重量とから推定した圧縮強度と、実際の圧縮強度との関係



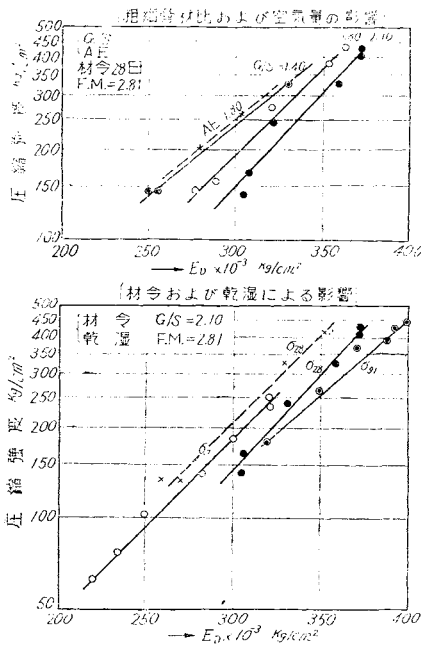
び  $300 \text{ kg/cm}^2$  のときの推定精度は、それぞれ 14 および 13% となつていて、 $\delta$  と  $E_D$  とから推定した  $\sigma_c$  よりも精度がよくなつていることがわかる。しかし、これはこの 1 組の実験についてのみにあつて、骨材が異なつたり、セメントが変つたりすると、当然あてはまらなくなるものと思われる。

#### (4) 供試体の強度の他の推定方法

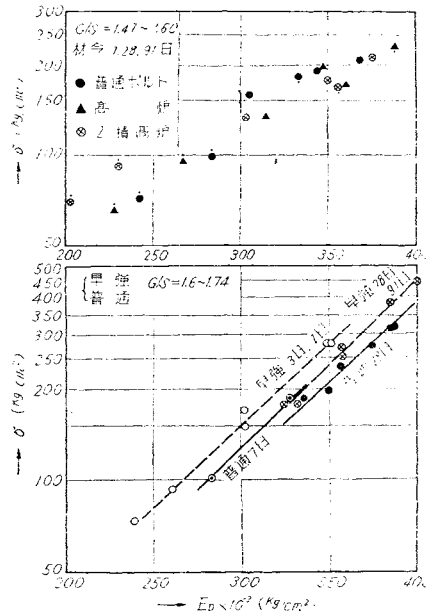
コンクリートの配合、材令、含水状態等が不明な供試体の強度を推定するには、上記のような方法を用いて行うのが一般的であろうが、現場で管理試験のために用いる供試体では、その性質とか、それがうけた環境等がある程度わかっているのが普通である。それゆゑ、これらの既知の factor を用いて、よりよい強度の推定ができないものであろうかと考え、実験結果からつぎのような考察を行つてみた。

$E_D$ - $\sigma_c$  曲線に影響を与える要因として一応考えたものはつぎのようなものである。すなわち、粗細骨材比、骨材の粒度、骨材の品質、セメントの種類、コンクリートのスランプ、空気量、材令、コンクリートの乾湿等である。水セメント比も一つの原因と考えられるが、現場のコンクリートの水セメント比は相当変動し、また、これを推定することは非常に困難であるので、この影響は考えないことにした。各要因の影響をわかりやすく見せるため、データの一部を図示したのが図一12、13である。実験結果から得られた各要因の影響の概略を示すとつぎのようになる。すなわちコンクリートの圧縮強度を  $\sigma_c$ 、動弾性係数を  $E_D$  とすると、 $\log \sigma_c$  と  $E_D$  とは大体直線

図一12 動弾性係数と圧縮強度との関係に種々の要因のおよぼす影響



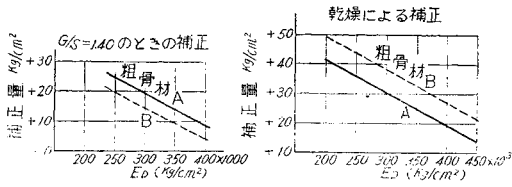
図一13 動弾性係数と圧縮強度との関係にセメントの種類のおよぼす影響



関係をしているが、 $\log \sigma_c$ - $E_D$  線は、粗細骨材比が大きいほど、材令が大きいほど、空気量が少いほど、右の方に移動する。すなわち、同じ動弾性係数に対して、圧縮強度が小さくなることわかる。セメントによる影響は、普通ポルトランドセメントにくらべて、早強ポルトランドセメントは、同じ  $E_D$  にたいし  $\sigma_c$  はやや大きい傾向を示し、高炉系セメントでは、特に富配合でない材令の若いコンクリートでは、同じ  $E_D$  にたいし  $\sigma_c$  は大きい、材令が大きくなると次第にこれが逆になる傾向があるが、セメントによる差異はあまり大きくないようである。このほか、細骨材の粒度が大きい場合とかスランプが小さい場合には、 $\sigma_c$ - $E_D$  線がやや右に移動する傾向がある場合もあるが、これは普通の場合には問題とするにはおよばないことがわかる。

これらの試験結果から、普通に現場試験を行う場合に問題とすべき点として、粗細骨材比、空気量、材令の三者があげられる。供試体が乾燥しているときにはこれも考慮しなければならないし、また、骨材の質が異なればこれも考慮しなければならない。しかし、コンクリートの品質管理のための供試体は湿潤状態のまま試験するのがたて前であり、骨材が変つた場合には、数コの供試体について  $\sigma_c$ - $E_D$  線の位置を決めればよいので、上記の三者がおもな factor となる。まず、 $G/S$  の  $\sigma_c$ - $E_D$  線におよぼす影響についてみると、 $G/S=1.80$  を基準とした場合  $G/S=2.10$  では  $\sigma_c$ - $E_D$  線が右へ  $15 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$  (粗骨材A)  $12 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$  (粗骨材B) だけ平行移動し、 $G/S=1.40$  では 図一14 に示す値だけ左へ移動すること

図-14 粗細骨材比および乾燥の変化による、動弾性係数の補正值

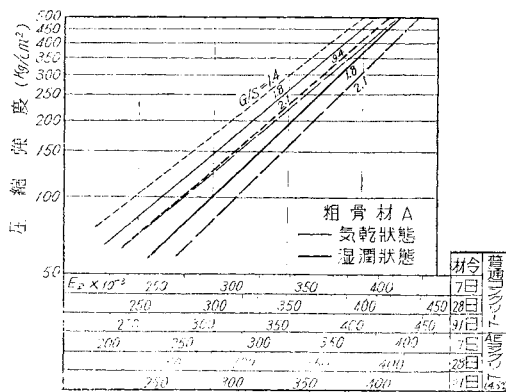


がわかった。空気量による影響は、他の条件が等しくて空気量のみ1%から4.5%に変化した場合、 $\sigma_c-E_D$ 線は約  $20 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$  だけ左へ移動した。材令の影響は28日を基準にとると、材令7日では左へ約  $11 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$  移動し、91日では約  $8 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$  だけ右へ移動した。なお、乾燥による影響もつけ加えれば、湿度70~80%の室内においた気乾状態の供試体については、湿潤状態の供試体にくらべて  $\sigma_c-E_D$ 線は左へ大体図-14に示す値だけ移動する傾向を示した。

以上述べた数値は、この実験結果のみから得られた値であるので、使用材料が異なり、供試体の状態が異なれば、おのずから異なることが予想されるが、大体の大きさと傾向は、これによつて知ることができるであろう。後で述べるように、現場から強度試験を依頼してきた多くの供試体についても、大体上記のような傾向がみられた。

以上の結果から、圧縮強度を推定する図を骨材Aについて作ったのが図-15である。このような図を用いれば適当な補間法によつて各種の供試体の圧縮強度を推定することができる。また、測定した動弾性係数  $E_D$  を補正

図-15 動弾性係数から圧縮強度を推定するのに用いる図



することによつて、基準の  $G/S$ 、空気量、材令の場合の  $\sigma_c-E_D$ 線から強度を推定することもできるであろう。一方、強度を用いずに、補正した動弾性係数を特性値として品質を管理することもできると思う。供試体Bについて、 $G/S=1.80$ 、材令28日、AE剤を含まないコンクリートを基準として補正された動弾性係数  $E_D'$  と

との関係を図-16, 17に示した。気乾状態供試体は乾燥の程度が一樣でないためバラツキが大きい。湿潤供試体ではバラツキが相当小さくなっている。圧縮強度が  $200 \sim 300 \text{ kg/cm}^2$  のとき、推定精度は8~7%となっている。

いま、図-15を用いて、各種の供試体(C)の圧縮強度を推定し、実際の圧縮強度との関係を図示したのが

図-16 材令28日、粗細骨材比1.80、AE剤を含まないコンクリートの場合に換算した動弾性係数と圧縮強度との関係

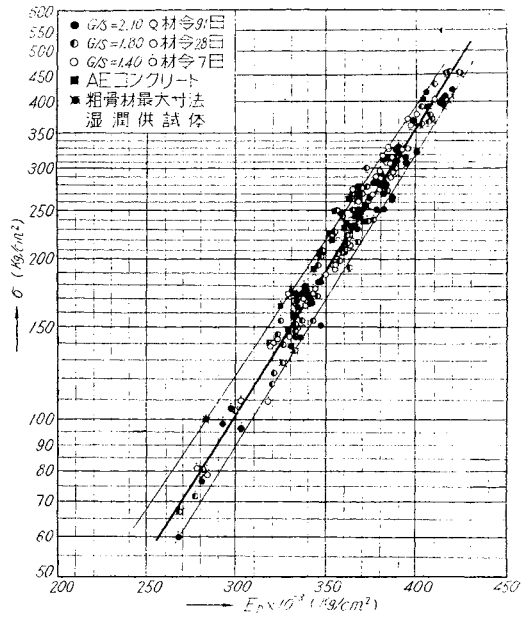


図-17 同上

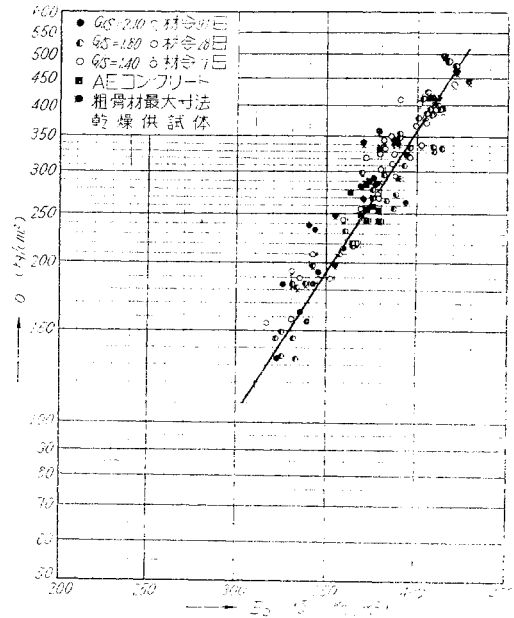


図-18 である。また対数減衰率を用いた場合と推定精度を比較するため、図-5 によつて推定した圧縮強度と実験の圧縮強度との関係を図-19 に示した。図-18 における推定精度は、圧縮強度が 150~350 kg/cm<sup>2</sup> の範囲内で約 7.5~8.0% であり、図-19 における推定精度より相当よい。粗細骨材比、空気量、材令を考慮した強度

図-18 図-15 を用いて推定した圧縮強度と実際の圧縮強度との関係〔供試体 C〕

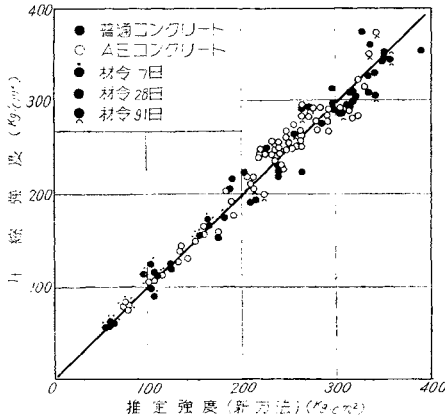
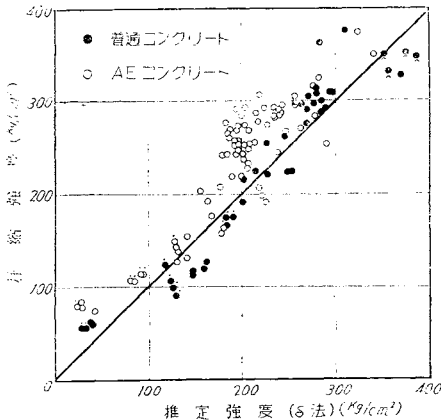


図-19 動弾性係数と対数減衰率を用いて推定した圧縮強度と、実際の圧縮強度との関係〔供試体 C〕



の推定方法は、実用上十分な精度を有していることがわかる。ここで問題となるのは、これらの三者がはたして正確に判明しているかどうかであるが、現場におけるコンクリートの品質管理のための供試体は、材令は明らかになっているし、空気量も当然測定しなければならない値である。ただ粗細骨材比  $G/S$  のみが不明の factor である。 $G/S$  も大体の値はもろんわかつてはいるが、骨材の粒度の変動、材料の計量誤差、コンクリートの分離等のために多少の変動は避けられない。実際に現場のコンクリートにおいて、 $G/S$  がどの程度変動するものであるかを調べてみると、つぎのような結果が得られた。

粗細骨材重量比を

$$G/S = \left[ \frac{G_b}{1+p_g} (1-\alpha_g) + \frac{S_b}{1+p_s} \cdot \alpha_s \right] \left[ \frac{S_b}{1+p_s} (1-\alpha_s) + \frac{G_b}{1+p_g} \cdot \alpha_g \right]$$

で表わすと、 $G/S$  の変動は近似的につぎの式で表わされる。

$$(\Delta G/S)^2 = \left[ \alpha_s - \frac{G}{S} (1-\alpha_s) \right]^2 \cdot \Delta S_b^2 + \left\{ (1-\alpha_g) - \frac{G}{S} \cdot \alpha_g \right\}^2 \cdot \Delta G_b^2 + \left( 1 + \frac{G}{S} \right)^2 (S_b^2 \cdot \Delta \alpha_s^2 + G_b^2 \cdot \Delta \alpha_g^2) \{ S_b (1-\alpha_s) + G_b \cdot \alpha_g \}^2$$

ただし、 $G_b, S_b$  : 粗細骨材の計量値

$\alpha_g$  : 粗骨材のうち 5 mm フルイを通る量の粗骨材量に対する比

$\alpha_s$  : 細骨材のうち 5 mm フルイにとどまる量の細骨材量に対する比

$p_g, p_s$  : 粗細骨材の表面水量

$\Delta G_b, \Delta S_b$  : 粗細骨材の計量誤差を標準偏差で表わしたもの

$\Delta \alpha_g, \Delta \alpha_s$  :  $\alpha_g, \alpha_s$  の標準偏差

$\Delta G/S$  :  $G/S$  の標準偏差

$G/S$  : 粗細骨材重量比の平均値

いま、2カ所の現場のデータの数値を調べてみると、

表-1 のようになる。

表-1

現場別	$G_b$	$S_b$	$G/S$	$\alpha_g$	$\alpha_s$	$p_g$	$p_s$	$\Delta S_b^*$	$\Delta G_b^*$	$\Delta \alpha_g$	$\Delta \alpha_s$
I	1192	717	1.65	0.036	0.042	0.0029	0.0024	0.019	0.038	0.021	0.014
II	1192	729	1.55	0.053	0.052	0.0027	0.0028	0.021	0.025	0.021	0.021
III	1149	750	1.55	0.046	0.058	0.0025	0.0039	0.024	0.025	0.030	0.020

註：\*印は変動係数で表わしてある。

これを上式に代入して  $G/S$  の変動の標準偏差を求め、実際のデータとくらべてみると、表-2 のようになる。

表-2

現場別	$\Delta G/S$		$(\Delta G/S)^2$ における各要因の影響の割合(%)			
	計算値	実際のデータ	砂の計量	砂利の計量	砂中の過大粒	砂利中の過小粒
I	0.120	0.138	6	23	10	61
II	0.112	0.103	7	10	23	60
III	0.137	0.139	6	4	14	76

この現場では骨材の計量誤差も大きく(標準示方書では3%以内となつてはいるが、この現場ではその2倍以上である)骨材中の過大粒、過小粒の変動も比較的大きいのであるが、その場合の  $G/S$  の変動は、標準偏差で約 0.10~0.14 である。この程度の  $G/S$  の変動により、 $E_D$  から  $\sigma_c$  を推定する誤差がどの程度であるかを 図-15 から調べてみると約 7% 程度であり、この程度ではあまり問題とならないであろう。ただ、分離しやすい軟練り

コンクリートにおいて、試料を採取するとき、とくに粗骨材の多い部分とか少ない部分をとるようなことのないように、注意しなければならない。

### 3. 現場における利用方法

上記の実験結果から、動弾性係数測定器を用いて、コンクリート供試体の強度を有効な精度で推定できる目安がつかしたのであるが、これを現場でどのように利用すればよいかを調べよう。

現場においてコンクリートの強度試験はなるべく多く行うのが一般に望ましいのであるが、供試体を数多くつくることは労力・費用、施設、時間等から困難な場合が多い。それで、なるべく少い供試体によって、多くのデータをうるように苦心するのであるが、この場合に動弾性係数測定器を用いるのが有効と思われる。

つくられるコンクリートの品質をなるべく早く知つて、異常なコンクリートができないように材料の品質、計量等の調整をするためには、基準材令である 28 日を待たずに 7 日強度で管理を行うことが行われる。ダムコンクリートでは 91 日強度を知るとともに、管理は 28 日強度で行うことも望ましいことである。このような場合に、早期材令の供試体と基準材令のもの両者をつくる代りに、早期材令の強度は動弾性係数を測定して推定するようにすればよい。もちろん、ときどきは早期材令の強度試験も行って、 $E_D$  と  $\sigma_c$  との関係を検査することが必要であるが、供試体のコ数を減ずる上に非常に有効である。長期材令の試験を必要とする場合にも、同じように応用することができよう。

また、強度試験機のない現場においては、あらかじめ、図-15 のような  $\sigma_c-E_D$  線を求めておくことが必要である。これがあれば強度の推定をすることができるし、また、適当な基準状態の供試体の  $E_D$  に換算して、

この換算した  $E_D$  を管理してもよいわけである。

一方、 $\sigma_c-E_D$  線を正確につくるには、あらかじめ相当数の試験結果が必要ではあるが、 $\sigma_c-E_D$  線群は大体図-15 に示されているような形をしていることが多くの試験結果から予想されるので、まず、数コないし 10 数コの供試体から  $\sigma_c-E_D$  線群の横座標の位置を決めて、それによつて  $\sigma_c$  を推定してゆき、データが集まつてゆけば、各線群の正確な位置を決めてゆくようにすればよい。なお、対数減衰率、単位体積重量も測定すれば一層よいであろう。

### 4. む す び

本実験によつてえられたおもな結論をまとめるとつぎのようになる。

(1) 市販の動弾性係数測定器（昭和 29 年末までの製品）を用いて測定した動弾性係数と、対数減衰率の両者から、供試体の圧縮強度を推定するのは非常に困難である。

(2) 湿潤供試体の動弾性係数と圧縮強度との関係は、材令、粗細骨材比、空気量によつて比較的規則的な影響をうける。

(3) 現場におけるコンクリートの品質管理のための供試体の強度は、空気量と大体の粗細骨材比がわかれば、動弾性係数から有効な精度で推定することができる。

以上の研究は、昭和 29 年度科学研究助成補助金の交付を受け、丸安教授ご指導のもとに、鹿島技研の官地満洲男氏、高橋義人氏、運輸省第二港湾建設局の有吉保憲氏、生産技研の島田 清氏、ほか多くの方々の協力をうけて昭和 29 年から 30 年にかけて行つたもので、ここに厚く御礼を申し上げる次第である。

## 学会備付図書（国内）一覽（22）

### I. 昭. 32. 10. ~11. 間に寄贈を受けた分

○国土建設の現況 昭 32 年版（建設省）○土木学会中部支部研究発表会講演概要 昭. 32. 11. 2 ○土木学会西部支部講習会テキスト 昭. 32. 10. 28・29 ○構造力学 標準土木工学講座 12：工博 村上 正・工博 吉村虎蔵（コロナ社）○基礎工学（土木学会関西支部）○機械施工積算の基礎：中岡二郎（日刊工業新聞社）○建設機械施工法：工博 齊藤義治（朝倉書店）○日本建設機械要覧 1957 年版（日本建設機械化協会）○試験炭鉱（工業技術院資源技術試験所）○大発破一坑道式大発破施工法について一：第四港建 運輸技官 大浦政芳 ○研究用原子炉仕様書案（京都大学・大阪大学原

子炉合同調査委員会）○原子力関係溶接文献集 第 1 集：日本溶接協会原子力研究委員会（溶接ニュース出版局・日本工業経済連盟）○研究参考文献集（1957 前期）（工業技術院資源技術試験所）○東京工業大学付属図書館収書通報 第 5 号 ○奥多摩工業株式会社創立二十周年記念写真帖 ○学生会員氏名録 昭 32. 33 年用 ○日本鉄鋼協会会員名簿 昭 32 年版

### II. 昭. 32. 10. ~11. 間に購入した分

○出版年鑑 1957 年版（出版ニュース社）

付記 学会備付図書（国内）一覽（21）は 42—10.p.42 に掲載