

I-5 コンクリートの動弾性係数の利用方法

日本国有鉄道 鉄道技術研究所 正員 樋口芳朗

1. 共鳴試験によって求められるコンクリートの常数

共鳴試験によって求められるコンクリートの常数としては、動弾性係数 E_D (たわみ振動から求められる E_{DD} と縦振動から求められる E_{DL})、動せん断弾性係数 G_D 、 E_D と G_D とから計算で求められる動ポアソン比 μ_D 、対数減衰率 δ がある。これらのうち E_D 、 G_D および μ_D は新法に制定された JIS A 1127 にその求め方が示されているのでこれらの利用方法について考察を加えてみる。 E_D と G_D が供試体の寸法によってどのように影響されるかについても実験を行った。図 1 には実験結果の一例を示してある。

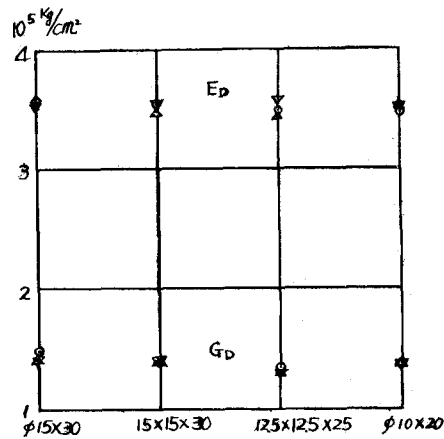


図 1 E_D, G_D に対する供試体寸法の影響

2. 共鳴試験をもって強度試験に代えることの可能性

わが国では共鳴試験によって求められる常数を用いてコンクリートの強度を推定しようとするところから研究が始められた。確かに図 2 に一例を示すように材令、配合、等はある範囲に限り供試体を水で飽和したものに限っておくと E_D あるいは G_D と強度との間に良好な相関関係のあることは確かである。しかし材料、配合、材令、養生方法、供試体の乾湿、等によっても大きい影響を受けるのであり、一般的に共鳴試験をもって強度試験に代えるための努力をするより、品質管理を行おうとするコンクリートとなるべく同じ条件のもとにある供試体をつくって予め動弾性係数と強度との間の関係を求めておき、これを利用して品質管理を行うといった方が実用的であると思われる。

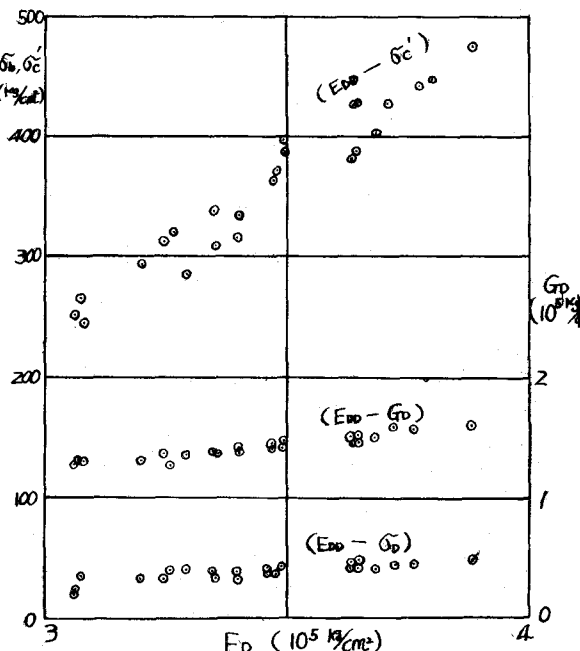


図 2 E_D と G_D 及び強度との関係

3. コンクリートの品質管理を目的とする場合に適当な動弾性係数

コンクリートの品質管理を目的とする場合に基準として取る常数は、コンクリートの品質の差異以外の原因で変動することの少ないものであることが望ましい。例えば同一のコンクリートでつくった供試体 3 個に対して求めた常数の平均値をもって品質管理のための基準として取る常数とする場合、3 個の値のばらつきから求

めの変動係数はなるべく小さいことが望ましい。この実をしらべるため $\phi 15 \times 30$ の供試体について求めた EDD と EDL を取り上げてみると図 3 に示す通りであり、EDL を取ったときのばらつきの方が EDD を取ったときのばらつきよりも一般に小さいことが判る。この原因についてはいろいろのことが考えられるが、EDL を求める方が簡単であることも考えると、コンクリートの品質管理を目的とする場合は EDD より EDL を取る方が便利であり適切であると思われる。(強度のばらつきは動弾性係数のばらつきより一般に大きい。)

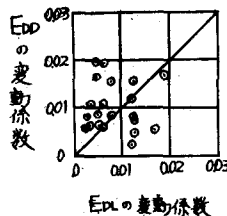


図3 EDD および EDL の変動係数

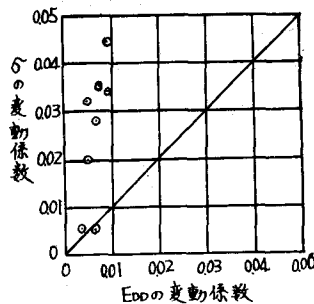


図4 EDD および δ の変動係数

4. 気象作用、侵食作用、等によるコンクリートの品質の変化を推定する場合に適当な動弾性係数

気象作用や侵食作用のようにコンクリートに変化を与える原因が表面から及ぼされる場合にはどの係数を取るのが適切であるかということを見るため、材令 14 日まで水中養生を行なったコンクリートが乾燥および 1% 硫酸液の影響を調べた実験例を右表にかかげてある。これを見ると 1% 硫酸液による影響は余りよく現われていないが乾燥による影響は極めて明瞭に現われており、EDD を取るのが結局一番有利であると判定された。これは EDL を求めるとより影響を受けたい部分の振動が大きいこと、 G_D や μ_D を求めるより簡単で紛れのないことによるのであるが、一見した所最も鋭敏に影響を反映していると思われる μ_D を取らない理由は次の通りである。すなわち μ_D を求めるためには ED と G_D の両者を求めなければならないこと、 μ_D を求める式は音等質の物質にしか適用できないこと、 μ_D が表面からの影響を最も鋭敏に反映するというのは余り意味のない計算操作にもとずいたものにすぎないこと、等の諸点である。なお、 EDD/EDL は表面からの影響を受けたい深さを定性的には示しているが、これを定量的なパラメーターとして用いることは適当でないと思われる。

湿材材料	材令 (日)	EDD 10 ² kg/cm ²	EDL 10 ² kg/cm ²	G_D 10 ² kg/cm ²	μ_D	EDD/EDL
水	14	3655 (0.95)	3655 (0.93)	1447 (0.95)	0.26 (1.04)	1 (1.02)
	28	3827 (1)	3902 (1)	1524 (1)	0.25 (1)	0.98 (1)
	29	2589 (0.68)	2839 (0.73)	1133 (0.74)	0.14 (0.56)	0.91 (0.93)
	30	2788 (0.73)	3022 (0.77)	1180 (0.77)	0.18 (0.72)	0.92 (0.94)
	365	3939 (1.02)	4005 (1.02)	1583 (1.04)	0.24 (0.96)	0.98 (1)
1% 硫酸液	14	3721 (0.97)	3770 (0.97)	1465 (0.98)	0.27 (0.96)	0.99 (1.01)
	28	3823 (1)	3878 (1)	1494 (1)	0.28 (1)	0.98 (1)
	29	2723 (0.71)	2902 (0.75)	1148 (0.77)	0.18 (0.64)	0.94 (0.96)
	30	2999 (0.78)	3063 (0.79)	1262 (0.84)	0.18 (0.64)	0.98 (1)
	365	3751 (0.98)	3925 (1.01)	1565 (1.04)	0.20 (0.91)	0.95 (0.97)
水	14	3468 (0.85)	3456 (0.95)	1401 (0.90)	0.23 (0.92)	1 (1)
	28	3660 (1)	3629 (1)	1465 (1)	0.25 (1)	1 (1)
	29	2418 (0.66)	2634 (0.73)	1088 (0.74)	0.11 (0.44)	0.91 (0.91)
	30	2687 (0.73)	2789 (0.77)	1140 (0.78)	0.18 (0.72)	0.96 (0.96)
	364	3862 (1.05)	3893 (1.08)	1563 (1.06)	0.24 (0.96)	0.99 (0.99)
1% 硫酸液	14	3496 (0.93)	3513 (0.96)	1405 (0.96)	0.24 (0.96)	1 (1)
	28	3653 (1)	3644 (1)	1462 (1)	0.25 (1)	1 (1)
	29	2419 (0.66)	2748 (0.75)	1093 (0.75)	0.11 (0.44)	0.88 (0.88)
	30	2755 (0.75)	2790 (0.77)	1170 (0.80)	0.18 (0.72)	0.98 (0.98)
	364	3741 (1.02)	3781 (1.04)	1534 (1.05)	0.22 (0.88)	0.99 (0.99)
水	14	3680 (0.98)	3626 (0.96)	1470 (0.96)	0.25 (1.14)	1.02 (1.02)
	28	3763 (1)	3753 (1)	1524 (1)	0.22 (1)	1 (1)
	29	2427 (0.65)	2730 (0.73)	1101 (0.72)	0.10 (0.46)	0.89 (0.89)
	30	2721 (0.72)	2896 (0.77)	1149 (0.75)	0.18 (0.82)	0.84 (0.84)
	349	4088 (1.09)	4104 (1.09)	1661 (1.09)	0.23 (1.04)	1 (1)
1% 硫酸液	14	3679 (0.98)	3648 (0.97)	1470 (0.96)	0.25 (1.09)	1.01 (1.01)
	28	3762 (1)	3771 (1)	1527 (1)	0.23 (1)	1 (1)
	29	2426 (0.65)	2808 (0.82)	1097 (0.72)	0.10 (0.43)	0.86 (0.86)
	30	2885 (0.77)	3013 (0.80)	1241 (0.81)	0.16 (0.70)	0.96 (0.96)
	349	3868 (1.03)	4002 (1.06)	1599 (1.04)	0.21 (0.91)	0.97 (0.97)

() 内の数字は材令 28 日の時の数字を 1 とした時の値。
材令 28 日で 100~110°C の炉中で 24 時間乾燥した。

を求めるとより簡単で紛れのないことによるのであるが、一見した所最も鋭敏に影響を反映していると思われる μ_D を取らない理由は次の通りである。すなわち μ_D を求めるためには ED と G_D の両者を求めなければならないこと、 μ_D を求める式は音等質の物質にしか適用できないこと、 μ_D が表面からの影響を最も鋭敏に反映するというのは余り意味のない計算操作にもとずいたものにすぎないこと、等の諸点である。なお、 EDD/EDL は表面からの影響を受けたい深さを定性的には示しているが、これを定量的なパラメーターとして用いることは適当でないと思われる。