

圧縮強度の変動に関する基礎的実験

九州大学 正 員 松 下 博 通
九州大学 学生員〇郡 山 貢 一
九州大学 学生員 荻 田 淳

1. まえがき

コンクリートの配合強度は設計基準強度に割増し係数を乗じて求められるが、その割増し係数は圧縮強度の変動係数に応じて決まるとされている。このコンクリートにおける圧縮強度の変動係数は、品質的なものと試験方法によるものの二つの要因に影響されると考えられるが、いまだそれらは明らかにされていない。従って、本研究では配合、材令を変えた種々の圧縮強度の変動係数がいかに変化するか、また動弾性係数をも含めてそれらがどのような関係にあるか等基本的なことについて検討したものである。

2. 実験概要

(1) 使用材料 セメントは普通ポルトランドセメント(比重3.17)、細骨材は比重2.57、F.M.2.55、粗骨材は比重2.94、 $G_{max}=20mm$ のものを、減水剤にはポゾリスNO.70を、高強度コンクリートに対しては高性能減水剤NL-4000を使用した。

(2) 実験方法 配合は表-1に示すようにC/Wを1.5, 2.25, 3.0の3種類、スランプを6, 15cmの2種類とした6配合を用い、同一バッチ内からそれぞれ10本の供試体($\phi 10 \times 20$)を抽出した。練り混ぜ時および供試体作成時に生じる誤差を避けるために、練り混ぜ時間計測、スランプ計測、突き棒、木槌等を特定の人が受け持つこととした。さらに供試体の乾燥による誤差を避けるため、養生は試験時まで水中養生とし、ぬれたままの状態で重量、動弾性係数の計測および圧縮強度試験を行った。

3. 実験結果および考察

実験結果を表-2に示す。これは10本の供試体について、圧縮強度および動弾性係数の平均値、標準偏差および変動係数をそれぞれ求めたものである。各々10本の供試体の圧縮強度の分布が正規分布に従っているかどうかを調べるため、まず正規確率紙に描き、その適合度をコルモゴロフスミルノフ(K-S)検定を用いて統計的に検定した。その結果、すべての場合について有意水準5%で圧縮強度は正規分布に従っていると言えた。一例としてC/W=1.5, $S_l=6cm$, 材令7日の試験結果を検定したものを図-1および図-2に示す。

図-3に圧縮強度とその変動係数の関係を示す。これより強度が増大するに従って変動係数は減少する傾向にあることがわかる。前述したように、コンクリート強度の変動はコンクリート内部に存在する空隙等の品質的な面と試験方法によるものの2つの面に強く影響されると考えられる。このとき、各供試体群はそれぞれ同一条件下で打設、養生し、かつ乾湿状態或使用試験機は同一であることなどにより、試験方法による変動はいずれの場合もほぼ同じであるとみなすことができ、従って図-3にみられる変動係数の強度による差異は品質的な面による影

表-1 配合表

C/W	sl.	air	S/a	W	C	S	G		減水剤
							小	大	
1.5	6	3.0	45.2	179	269	820	455	683	2.0
2.2	6	3.0	40.7	171	385	709	472	709	2.9
3.0	6	3.0	39.6	151	453	703	491	736	13.6
1.5	15	3.0	45.2	194	291	795	441	661	2.2
2.25	15	3.0	40.7	191	430	673	449	673	3.2
3.0	15	3.0	39.6	168	505	670	467	701	15.1

表-2 試験結果

sl.	C/W	材令	圧 縮 強 度			動 弾 性 係 数		
			x(kg/cm ²)	S(kg/cm ²)	V(%)	x(kg/cm ²)	S(kg/cm ²)	V(%)
6	1.5	28	245.0	12.65	5.16	3.88	0.097	2.50
6	2.25	28	467.3	10.24	2.19	4.70	0.057	1.21
6	3.0	28	625.8	14.27	2.28	5.09	0.078	1.53
15	1.5	28	249.3	7.38	2.96	3.99	0.117	2.93
15	2.25	28	438.4	13.23	3.02	4.60	0.049	1.07
15	3.0	28	512.9	20.80	4.06	5.10	0.034	0.67
6	1.5	7	157.5	6.04	3.83	3.40	0.032	0.94
6	3.0	7	551.2	12.37	2.24	4.81	0.101	2.10

響が強いものと考えられる。

次に図-4に動弾性係数とその変動係数の関係を表したものを示す。これを見ると動弾性係数が増大するに従ってその変動係数は減少する傾向にはあるが、図-3の相関係数が-0.604であるのに対し図-4では-0.308と相関が低く、また圧縮強度の変動係数の平均値が3.22であるのに対し動弾性係数の変動係数の平均値は1.62と変動係数の値自体も小さい。その理由として、強度変動の主な原因と思われるコンクリート内部の空隙の大小、分布という点において圧縮強度試験では供試体が破壊するまでの大きな荷重をかけるため空隙の差によってかなりの影響がでてくるが、動弾性係数の測定に際しては供試体に作用する応力が極めて小さいために空隙による影響が少なく、そのため圧縮強度ほど値がばらつかなかったものと考えられる。従って、強度変動におよぼす品質面の影響については動弾性係数以外の何らかの指標で検討する必要がある。

図-5は各バッチ内から抽出した10本の圧縮強度試験の結果から任意にn本を取り出し、その組合せの中でそれらの変動係数が一番大きくなるような組合せの変動係数と強度平均値との関係を表したものである。この図より、nの違いによらず強度が増大するに従って変動係数は減少し、しかもnが小さいほど回帰直線の傾きが大きい、言い換えれば供試体本数による変動係数の差異は強度が増加するに従って小さくなっていくことがわかる。しかしながら、コンクリート強度の変動が0になるとは考えられないこと、並びに図にみられる傾向等から変動係数はある一定値に収束することが予想される。この値はコンクリートの品質がいくら向上しても現れる変動で、すなわちこれが試験方法による変動であると考えられ、強度によらずこの値はほぼ一定であることが予想される。従って、強度が増加するに伴って変動係数が減少することの原因は品質面の変動の影響が大きく作用することが考えられるが、このことを明確にするにはさらにコンクリートの品質面の変動を顕著に表すような要因について検討することが今後の課題となるであろう。

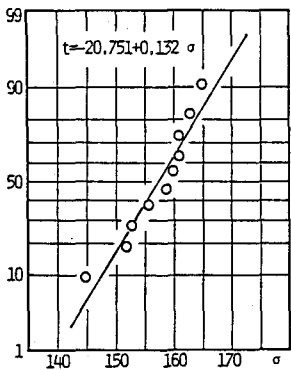


図-1 正規確率紙

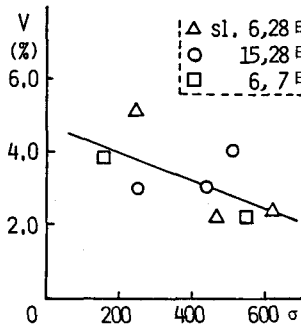


図-3 強度と変動係数

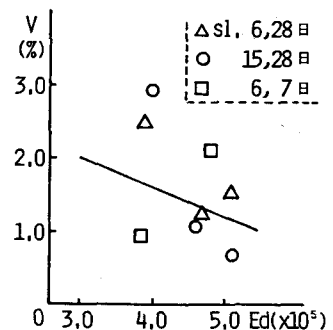


図-4 動弾性係数と変動係数

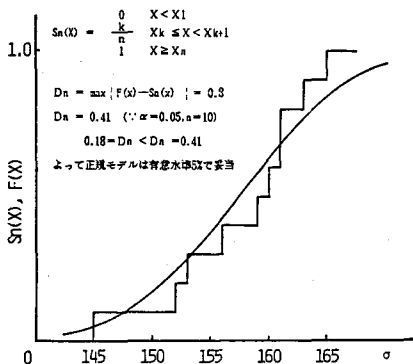


図-2 K-S検定

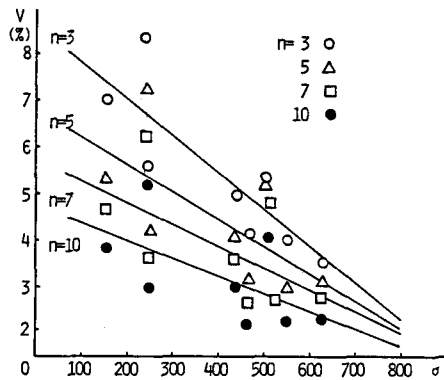


図-5 nを変えたときの強度と変動係数