

コンクリートの弾性係数に関する2, 3の実験

九州大学 学生員 後藤修次

九州大学 正員 松下博通

九州大学 学生員 西田 靖

麻生セメント(株)

宮崎武知

1. まえがき

以前よりコンクリートの弾性係数とその圧縮強度の関数として表示する方法については、多くの提案がある。しかしながら、それらはいずれも強度が500^{kgf}/cm²までのもので近年注目されている高強度コンクリートに関してはあまり言及されていない。また圧縮強度及び弾性係数の試験方法について考える場合、試験方法のそれらに及ぼす影響は大きく、試験方法を設定しないで強度、弾性係数を決定することはできない。また、近年中10×20円柱併試体による試験が数多くなっており、この傾向は特に高強度コンクリートにおいて顕著である。そこで本研究においては、強度250^{kgf}/cm²～800^{kgf}/cm²の広範囲にわたって、強度と弾性係数の関係を調べるとともに、試験方法及び併試体寸法を変えた場合、それらが強度と弾性係数に及ぼす影響を比較、検討することを目的とした。

2. 実験概要

(1) 配合 表-1に示す。

(2) 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)、細骨材は佐賀県唐津産海砂(比重2.59, F.M. 2.85)粗骨材は福岡県久山産角閃岩(比重2.95, 最大寸法20^{mm})、混和材は^W/_C=70%～40%に対してはボゾリヌ60, 70, ^W/_C=34.4%～27.3%に対してはNL-4000をそれぞれ使用した。

(3) 併試体作成及び養生方法 作成した併試体は、φ15×30とφ10×20円柱併試体で、各配合について同一バッチより採取し関連JISに従って作成した後、材令1日で脱

型し、温度20±3℃、湿度90±5%にて標準養生を行った。

(4) 試験方法 オルゼン製180t試験機を用いて、JIS原案に基づく方法とASTM C-469-65による方法の2種類の試験方法によって、静弾性係数及び圧縮強度を求めた。ひずみはコンプレッソメーターを用いて測定し、次式により、それぞれ割線弾性係数を求めた

$$\text{JIS原案に基づく方法 } E_c = \frac{\sigma_{1/2} - \sigma_0}{\epsilon_{1/2} - 5 \times 10^{-5}}$$

$$\text{ASTM C-469-65による方法 } E_c = \frac{\sigma_{0.4} - \sigma_0}{\epsilon_{0.4} - 5 \times 10^{-5}}$$

ここに $\sigma_{1/2}$: 圧縮強度の1/2の応力

$\sigma_{0.4}$: 圧縮強度の40%の応力、 σ_0 : ひ

ずみ 5×10^{-5} 時の応力、 $\epsilon_{1/2}$: $\sigma_{1/2}$ 時の

ひずみ、 $\epsilon_{0.4}$: $\sigma_{0.4}$ 時のひずみ。

その他、動弾性係数及び超音波伝播速度を各々、測定した。

3. 実験結果及び考察

実験結果の一覧を表-2に示す。

表-1 配合一覧表

W/C (%)	S/O (%)	単位重量 (kg/m ³)				混和剤 (1/m ³)	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (°C)
		W	C	S	G				
27.3	33	150	549	566	1308	16.5	15.0	1.4	23.5
30	37	150	500	649	1259	15.0	19.0	1.0	23.5
34.4	39	155	451	695	1238	13.5	17.0	0.9	25.0
40	39	173	433	667	1189	3.2	4.0	2.2	23.0
45	40	173	384	700	1196	2.9	5.0	2.2	23.5
50	41	173	346	730	1197	2.6	6.0	2.9	23.0
55	42	173	315	769	1194	2.4	5.5	2.5	23.5
60	43	172	287	788	1190	2.2	4.0	2.3	25.5
65	44	172	265	814	1180	2.0	5.0	2.7	25.5
70	45	172	246	840	1169	1.8	5.0	3.0	26.0

表-2 実験結果一覧表

W/C (%)	φ10×20 JIS					φ15×30 JIS					φ10×20 ASTM					φ15×30 ASTM				
	σ_c (^{kg} / _{cm²})	E_c (10^4 ^{kg} / _{cm²})	E_d (^{kn} / _{sec})	V (^{km} / _{sec})	ν	σ_c (^{kg} / _{cm²})	E_c (10^4 ^{kg} / _{cm²})	E_d (^{kn} / _{sec})	V (^{km} / _{sec})	ν	σ_c (^{kg} / _{cm²})	E_c (10^4 ^{kg} / _{cm²})	E_d (^{kn} / _{sec})	V (^{km} / _{sec})	ν	σ_c (^{kg} / _{cm²})	E_c (10^4 ^{kg} / _{cm²})	E_d (^{kn} / _{sec})	V (^{km} / _{sec})	ν
27.3	800	3.88	5.54	4.99	744	3.94	5.32	4.94	824	3.92	5.46	4.99	770	3.97	5.28	4.94	639	3.93	5.32	4.95
30	721	4.08	5.39	4.98	611	3.95	5.38	4.95	699	3.97	5.56	4.98	770	3.97	5.28	4.94	639	3.93	5.32	4.95
34.4	567	3.90	5.24	4.95	560	3.78	5.19	4.96	582	3.42	5.21	4.95	584	3.91	5.16	4.96	584	3.91	5.16	4.96
40	484	3.29	4.89	4.83	452	3.42	4.62	4.72	495	3.42	4.90	4.83	480	3.70	4.70	4.72	480	3.70	4.70	4.72
45	472	3.13	4.58	4.75	413	3.56	4.55	4.73	466	3.19	4.67	4.75	431	3.46	4.44	4.73	431	3.46	4.44	4.73
50	413	3.58	4.43	4.62	386	3.13	4.38	4.61	404	3.02	4.40	4.62	385	3.36	4.33	4.61	385	3.36	4.33	4.61
55	412	2.99	4.26	4.64	373	3.18	4.32	4.59	395	3.08	4.31	4.64	362	3.05	4.26	4.59	362	3.05	4.26	4.59
60	348	3.08	4.45	4.63	320	3.11	3.88	4.58	327	3.20	4.30	4.63	327	3.30	3.93	4.58	327	3.30	3.93	4.58
65	272	2.91	4.17	4.50	266	2.43	3.53	4.44	276	2.59	4.04	4.50	270	2.64	3.65	4.44	270	2.64	3.65	4.44
70	267	3.02	3.85	4.56	259	2.21	3.54	4.51	285	2.68	4.06	4.56	265	2.31	3.58	4.51	265	2.31	3.58	4.51

(1)圧縮強度(σ_c)及び動弾性係数(E_c)に、試験方法のちがいと併試体寸法のちがいと与える影響の比較検討のために、まず各試験方法、各併試体寸法における測定値について、対数をとって直線回帰により σ_c - E_c 曲線式を求めた。これを図-1に示す。

(2)試験方法のちがいが σ_c と E_c に与える影響について、

図-1より言えることは、低強度域においては、同一強度における E_c はJIS原案による方がASTM.C-469-65による値より大きい値を示すが、高強度域へいくに従い、両試験法による差は、小さくなっていく傾向を示すということである。これについては、図-3に示すように、超音波伝播速度は σ_c に比例して大きくなる傾向があり、波の伝播速度は媒質の密度に比例することより考えると、低強度のコンクリート程、密度が低く従って内部欠陥が多いと推測できる。これよりASTM.C-469-65では繰返し載荷によるなじみの影響を大きく受けるためJIS原案による E_c より小さい値を示し、強度が大きくなり、なじみの影響が小さくなるにつれて、両試験による値の差は小さくなると筆者は考える。

(3)併試体寸法のちがいが σ_c と E_c に与える影響について、

図-1より、低強度域においては、 $\phi 10 \times 20$ 併試体と $\phi 15 \times 30$ 併試体の E_c の値に差異は、ほとんど見られないが、高強度域においては明らかに $\phi 15 \times 30$ 併試体の値の方が大きくなっている。しかも両併試体の E_c の値の差は、高強度域になるに従い大きくなるという傾向を持っている。これに対して、図-4に示すように動弾性係数の値については、すべての強度域において併試体寸法による差は認められない。以上のことより併試体寸法のちがいが σ_c - E_c 曲線の形状に与える変化は低強度域においては小さく高強度域において著しく現れるのではないかと推察される。また、他の研究者の求めた σ_c - E_c 曲線を示したのが図-2であるが、これと筆者の結果を比較した場合、低中強度域にお

いては両者はよく一致するが、高強度域では筆者の結果の方が小さい傾向を示す。これは筆者が800kg/cm²までの測定値を用いたのに対し他の研究者の式は500kg/cm²までの測定値を用いて求められたためと考えられる。

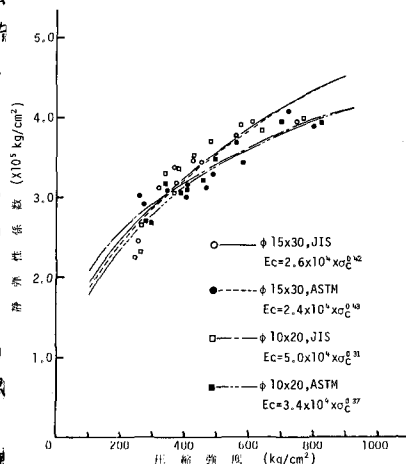


図-1 実験値による σ_c - E_c 曲線

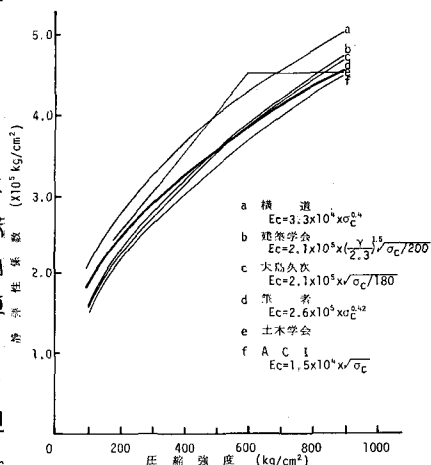


図-2 他の研究者による σ_c - E_c 曲線

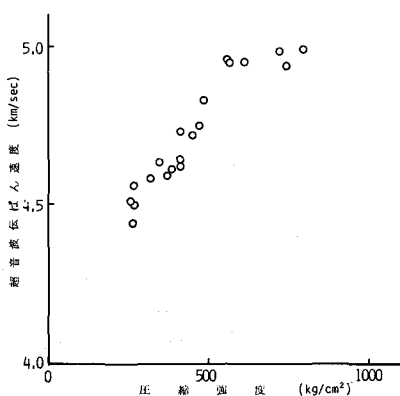


図-3 超音波伝ばん速度と σ_c の関係

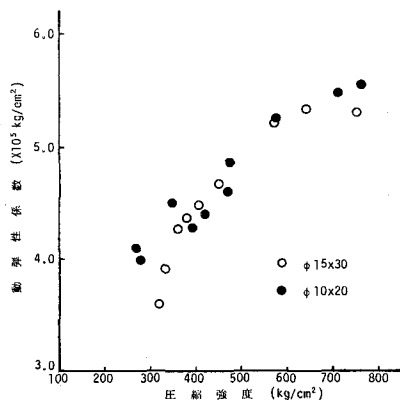


図-4 動弾性係数と σ_c の関係