

九州大学 正員 徳光善治

学生員 山本正治

1. まえびき

一般にコンクリート構造物の設計においては、単純一軸圧縮強度を基準として許容応力度が決定されている。しかし、実際の構造物が受ける応力状態は複雑であり、単純応力状態は稀である。特に2方向にプレストレスを入れたスラブやマッシーブな構造物等では、複合応力状態を考えるべきである。本報告は以上のことを考え、複合応力状態のうち最も基本となる三軸圧縮応力状態におけるコンクリートの破壊強度について実験検討したものである。

2. 実験方法

実験は次の2シリーズに分けて行った。

実験-I: 中10×20cm 円柱状試体を用い、配合強度 450 kg/cm², 350 kg/cm², 250 kg/cm², 150 kg/cm² の4種の普通コンクリートについて、応力表示 ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$)

が $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$ で試験した。三軸圧縮試験機は電動油圧式であり、載荷順序は側圧力を所定の値まで加えてから軸圧力を加えて、軸方向破壊応力 σ_1 と測定した。

実験-II: 10×10×10cm 立方体状試体を用い、実験-Iの配合強度 450 kg/cm², 150 kg/cm² の2種の普通コンクリートのほかに配合強度 500 kg/cm² の人工軽量骨材コンクリートについて、応力表示 $\sigma_1 > \sigma_2 \geq \sigma_3$ で試験した。載荷順序は、まず $\sigma_2 = \sigma_3$ を加圧し、 σ_3 が所定の値に達してから σ_2 のみを所定の値まで加圧し、その後軸圧力を加えて、破壊時の σ_1 を測定した。なお、試験時のコンクリートの材令はすべて28日とした。

3. 実験結果および考察

実験-Iの試験結果を表-1に示す。 σ_1 および σ_3 と一軸圧縮強度 σ_c で除したときの σ_1/σ_c と σ_3/σ_c の関係を図-1に示す。両者には相関関係がみられ、次のような実験式で示される。

表-1 実験-Iの試験結果

配合の 種 類	試 験 時 間 (日)	圧 縮 強 度 (kg/cm ²)							
		圧 力 (kg/cm ²)							
		0	25	50	100	150	200	250	300
I	7 28	359 427		628	797 764	797 1030	992 1134		1440
Ⅱ	28	317		511	693	869	1063	1232	1472
Ⅲ	28	231		479	629	759	889		
Ⅳ	7 28	74 136	123	272 363	390 467	526 623	779		

表-2 実験-IIの試験結果

普通 コンクリート 450 kg/cm ²			普通 コンクリート 150 kg/cm ²			軽量 コンクリート 500 kg/cm ²		
σ_1 (kg/cm ²)	σ_2 (kg/cm ²)	σ_3 (kg/cm ²)	σ_1 (kg/cm ²)	σ_2 (kg/cm ²)	σ_3 (kg/cm ²)	σ_1 (kg/cm ²)	σ_2 (kg/cm ²)	σ_3 (kg/cm ²)
486	0	0	171	0	0	492	0	0
466	0	0	160	0	0	490	0	0
483	0	0	178	0	0	476	0	0
704	50	0	167	0	0	519	50	0
763	100	0	178	0	0	508	100	0
822	150	0	304	50	0	646	150	0
832	200	0	381	100	0	669	200	0
922	250	0	426	150	0	624	250	0
997	300	0	477	200	0	662	300	0
975	50	50	487	250	0	613	50	50
1088	100	50	497	300	0	767	100	50
1160	150	50	541	50	50	829	150	50
1268	200	50	691	100	50	842	200	50
1290	250	50	804	150	50	910	250	50
1467	300	50	986	200	50	855	300	50
1194	100	100	1119	250	50	861	100	100
1216	150	100	1260	300	50	892	150	100
1365	200	100	950	100	100	953	200	100
1465	250	100	1100	150	100	966	250	100
1633	300	100	1219	200	100	1028	300	100
1493	150	150	1417	250	100	969	150	150
1620	200	150	1557	300	100	1101	200	150
1710	250	150	1277	150	150	1066	250	150
1675	300	150	1404	200	150	1103	300	150
1694	200	200	1669	250	150	1081	200	200
			1595	300	150	1142	250	200
			1571	200	200	1224	300	200
			1560	250	200	1222	250	250
			1554	300	200	1204	300	250
						1304	300	300

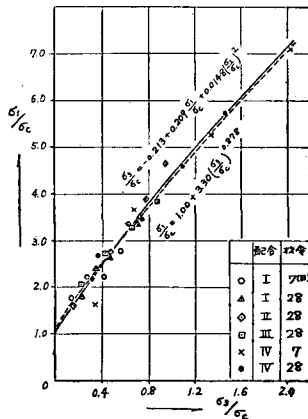


図-1 σ_1/σ_c と σ_3/σ_c の関係(実験I)

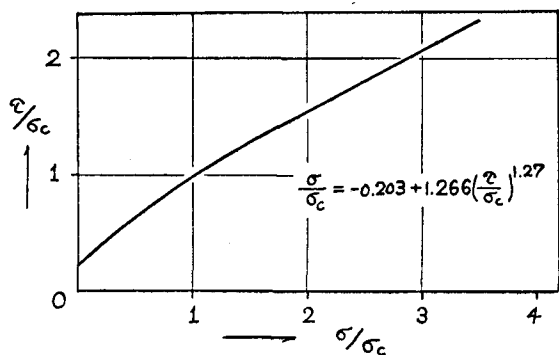


図-2 Mohrの包絡線 (実験-I)

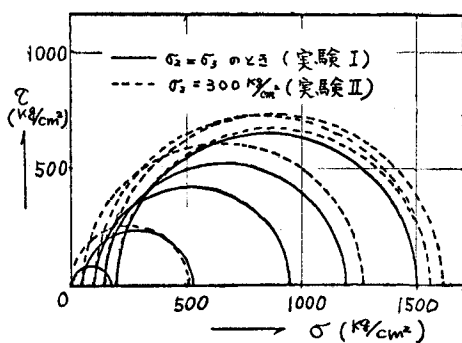


図-3 Mohrの応力円 (実験-II)

$$\sigma_3/\sigma_c = -0.213 + 0.209(\sigma_1/\sigma_c) + 0.0148(\sigma_1/\sigma_c)^2 \text{ または } \sigma_1/\sigma_c = 1.00 + 3.30(\sigma_3/\sigma_c)^{0.878}$$

また、Mohrの包絡線の実験式を最小二乗法によって求め図-2に示す。

実験-IIの試験結果を表-2に示す。今、破壊線とMohrの包絡線とあるならば、破壊は σ_1 と σ_3 によって決定される。しかし、本実験結果において、図-3に普通コンクリート(150 kg/cm²)に1例を示したように、 $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ の場合のほうが $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$ の場合より包絡線が上側となる。したがって、中間主応力 σ_2 も破壊強度に対して考慮しなければならぬことになる。中間主応力 σ_2 も考慮した破壊理論として、八面体せん断応力説が考えられるので、ここで σ_{oct} と τ_{oct} を求め、

実験-Iと同様に、一軸圧縮強度 σ_c で除した σ_{oct}/σ_c と τ_{oct}/σ_c の関係を図-4に示す。これによつて、円柱状試体と立方体状試体の差異や配合強度による差異は認められ、軽量コンクリートと普通コンクリートでは差異が認められ、同一 σ_{oct}/σ_c に対する τ_{oct}/σ_c の値は軽量コンクリートは小さく、 σ_{oct}/σ_c の増加による τ_{oct}/σ_c の増加量も小さい。

本実験に劣らぬよう、わしとした宮崎章第(現佐藤工業)にお礼申し上げます。

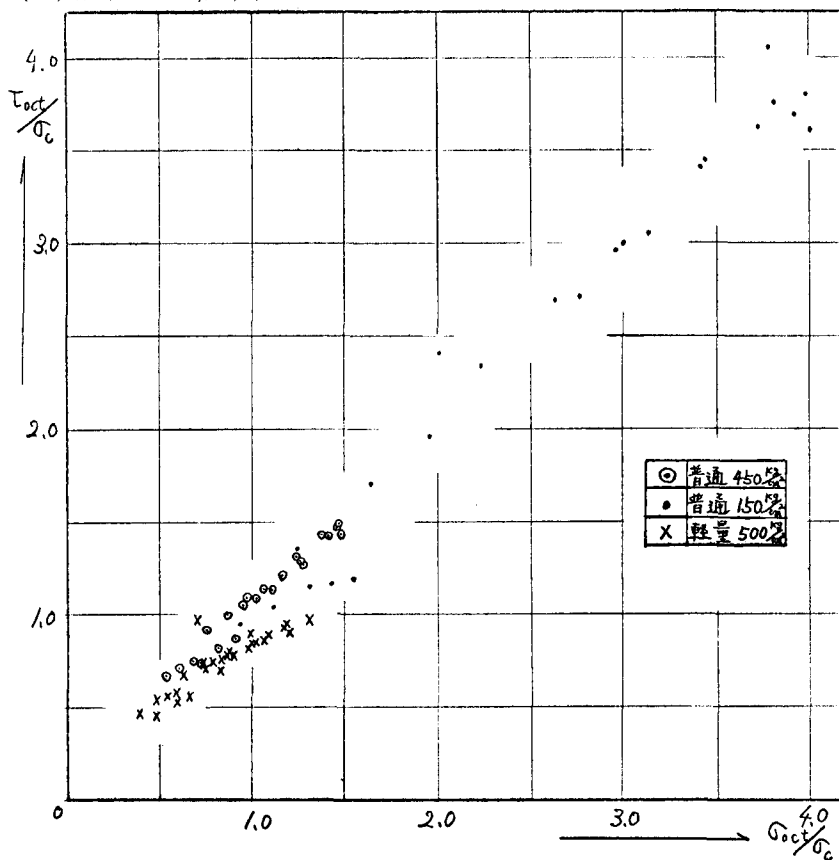


図-4 σ_{oct}/σ_c と τ_{oct}/σ_c の関係