

(株)竹中工務店技術研究所 学 ○川上 信博

(株)竹中工務店技術研究所 正 吉岡 保彦

(株)竹中土木工事本部 正 郡山 利行

1. まえがき

立方体供試体を用いてコンクリートの多軸圧縮試験を行なう場合、供試体端面の摩擦が圧縮強度ならびに変形および破壊性状に影響を及ぼすといわれている。この端面摩擦の影響を減少するために、載荷板に特殊な加工を施したり、載荷板と供試体の間に減摩材を挿入することが行なわれている。

本実験では、減摩材としてテフロンシートおよびラバーシートを用い、その厚さをそれぞれ3種類に変化させた場合に立方体供試体の一軸圧縮強度およびひずみ分布がどのような影響を受けるか検討した。なお本実験は工業技術院委託、構造材料の安全に関する調査研究の多軸圧縮試験検討の一環として行なわれた事と付記する。

2. 実験概要

(1) コンクリートの配合および供試体； 使用したコンクリートは、セメントに早強セメント、細骨材に野洲川砂

表-1 コンクリートの配合

粗骨材最大粒径 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)			
					水	セメント	細骨材	粗骨材
15	5±1	4±1	63.6	42	191	300	763	1075

粗骨材にくらま産砂岩砕石を使用し、配合は表-1に示す通りである。供試体は立方体 (10.5×10.5×10.5 cm) および円柱 (φ10×20) の2種類を使用した。

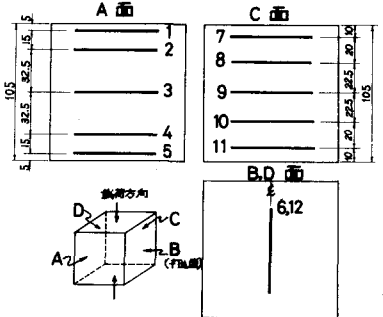
(2) 減摩材； 減摩材としてテフロンシートの厚さ0.05, 0.1, 0.2 mm, ラバーシート (ブチルゴムシート) の厚さ0.3, 0.5, 1.0 mm およびシリコングリースを使用した。

(3) 試験方法； 供試体は2週間水中養生

表-2 減摩材の種類と組み合わせ

供試体	番号	減摩材の種類	厚さ (mm)	有無	本数
A 10.5 cm 立方体	A-1	無		無	各3体
	A-2	テフロンシート	0.05	無	
	A-3		0.1	無	
	A-4		0.2	無	
	A-5		0.05	有	
	A-6		0.1	有	
	A-7		0.2	有	
	A-8		0.05×2	有	
B 10.5 cm 円柱	B-1	無		無	各3体
	B-2	ラバーシート	0.3	無	
	B-3		0.5	無	
	B-4		1.0	無	
	B-5		0.3	有	
	B-6		0.5	有	
	B-7		1.0	有	
	B-8		0.3×2	有	
C φ10×20 円柱	C-1	無		無	各6本
	C-2	無		無	

図-1 ゲージの貼付位置



後、気中に放置し、43日に載荷試験を行なった。載荷試験において減摩材は種類、厚さおよびグリースの有無によって表-2に示すように合計15種に組み合わせた。立方体供試体には、図-1に示すようにゲージ長67mmの電気抵抗抗線ひずみゲージと横方向 (載荷方向に直角) に10隻、縦方向 (載荷方向) に2隻の合計12隻貼付し、ひずみ計測を行なった。同時に圧盤間の変位もダイヤルゲージ式変位変換器 (2台) を用いて測定した。

3. 試験結果および考察

(1) 一軸圧縮強度； 表-3に強度試験結果を示す。表より明らかなように減摩材を用いないA-1、B-1の供試体と比べて、テフロンシートを用いた供試体 (以下Tと称する) では10~20%、ラバーシートを用いた供試体 (以下Rと称する) では20~50%程度の強度低下がみられる。減摩材の厚さが強度に及ぼす影響は、Tでは少なく、Rでは厚さが増える程強度低下が著しい。またシリコングリースと併用したものは、用いないものに比べてTでは2~10%、Rでは10~20%強度が低下している。φ10×20 cm 供試体強度と比べると、Tでは1.2~1.3倍、Rでは0.7~1.1倍と低いものが多い。

表-3 強度試験結果

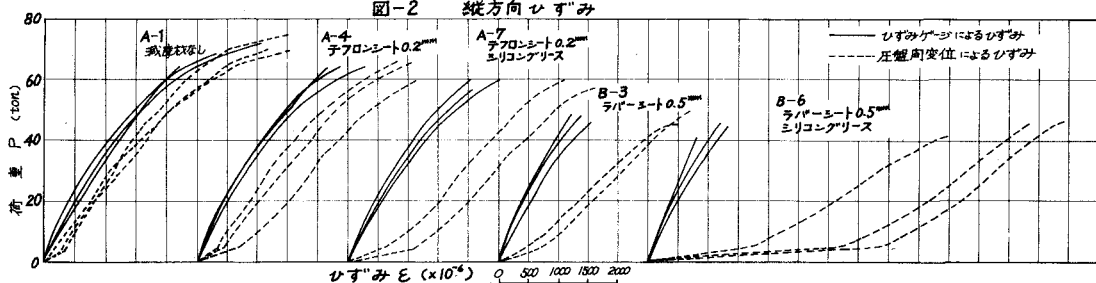
番号	強度 (kg/cm ²)	平均値 (kg/cm ²)	分散係数 (%)	分散係数 (%)
A-1	685	668	670	674
A-2	604	602	633	613
A-3	639	613	627	626
A-4	615	631	600	615
A-5	604	590	610	601
A-6	613	565	580	586
A-7	589	548	580	572
A-8	564	579	541	561
A-1	(371)	455	462	474
B-1	681	590	648	640
B-2	443	305	501	500
B-3	443	454	473	457
B-4	394	363	341	366
B-5	384	439	464	429
B-6	432	387	422	414
B-7	242	—	351	297
B-8	403	—	368	386
B-1	440	460	476	455
	441	446	469	—

* 横すべりのための載荷不飽

** キャンピング不良

(2) 縦方向ひずみ； 図-2に供試体の縦方向ひずみ測定結果の一例を示す。ひずみゲージにより測定したひ

図-2 縦方向ひずみ



ずみと荷重との関係は、破壊近くの挙動を除けば減摩材の有無および種類と関係なくほぼ等しい。一方、圧盤間変位によるひずみは、ひずみゲージによるひずみと比べて T では1.5~2.0倍でシリコングリース併用した方が若干大きい。 R では初期がきわめて大きいことが分かる。

(3) 横ひずみ；図-3に供試体端面から中央までのひずみ分布の一例を示す。減摩材の有無、種類に關係なく放物線状のひずみ分布がみられる。表-4には、破壊強度の20, 50, 80%時における端面と中央とのひずみと示す。破壊強度の50~80%の範囲での端面と中央とのひずみの比($\varepsilon_c/\varepsilon_e$)は、減摩材なしの場合4~5あるのに対し、 T では2~3であり厚さが増えるほど大きくなる傾向がある。 R では減摩材の有無、厚さによるひずみ分布の差は明確には認められない。いずれにしても減摩材を挿入しても必ずしも横ひずみが一様でなかった。またひずみ分布と強度の間には明確な関係は認められなかった。

(4) 追加実験；先述の実験では、4トンごとに荷重を保持し、デジタル式静ひずみ計でひずみ測定を行なったため破壊近くの挙動が明確ではなかった。このため追加実験として表-1に示したものと同一の配合の供試体を作成し、表-2のA-1, A-6, B-6について破壊までのひずみ変化をX-Yレコーダーを用いて測定した。図-4に応力と横ひずみの関係を示す。図より破壊直前までは減摩材なしのA-1供試体は端面と中央のひずみ比($\varepsilon_c/\varepsilon_e$)が約4、 T のA-6では約3、 R のB-6では2であり横ひずみ分布に差が認められた。また R は、減摩材なしのA-1、 T のA-6に比べて横方向の塑性伸びが小さいことが分かる。

4. まとめ

減摩材なしのものに比べて、 T では10~20%、 R では20~50%の強度低下であった。 T の厚さは強度低下にはほとんど影響しないが、 R では厚いほど強度低下が著しい。またシリコングリースは塗布した方が強度低下は大きい。減摩材を用いても放物線状横ひずみ分布を示した。減摩材を用いない場合に比べて T では端面と中央の横ひずみの比($\varepsilon_c/\varepsilon_e$)が小さいが、 R では明確な差は認められなかった。 R では割裂に近いブリトルな破壊を示すことから、ラバーシートは三軸圧縮試験の減摩材としては適当でないと思われる。

図-3 横ひずみ分布

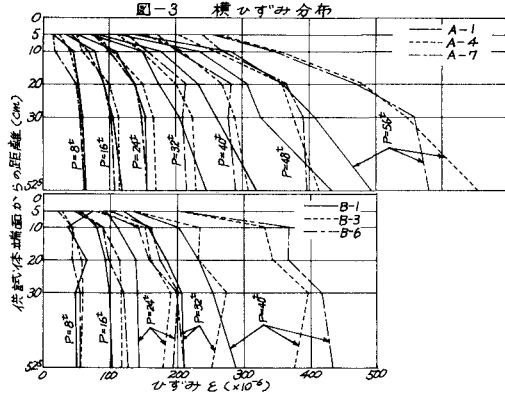


表-4 端面および中央における横ひずみ ($\times 10^{-4}$)

No	0.2 σ_{cu}		0.5 σ_{cu}		0.8 σ_{cu}	
	端面	中央	端面	中央	端面	中央
A-1	30	112	75	242	156	703
A-2	73	91	188	244	305	343
A-3	47	66	124	194	228	471
A-4	42	97	117	247	232	524
A-5	31	92	95	242	206	541
A-6	37	102	113	251	221	539
A-7	31	88	112	209	236	442
A-8	34	96	116	225	257	457
B-1	36	97	101	234	197	725
B-2	39	71	105	143	202	394
B-3	30	75	80	188	196	380
B-4	24	60	52	168	134	396
B-5	20	65	54	166	114	332
B-6	21	65	66	188	164	355
B-7	24	63	39	174	94	358
B-8	21	64	68	202	99	318

図-4 応力～横ひずみの関係 (追加実験)

