

人工軽量細骨材を用いたコンクリートの純せん断特性に関する実験的研究

太平洋マテリアル（株） 正会員 ○竹下 永造

太平洋セメント（株） 正会員 石川 雄康

九州大学 フェロー 大塚 久哲

九州大学 学生会員 Ha Ngoc TUAN

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の巨大化や高層化が目立つようになり、軽くて強いコンクリートが望まれている。その方策として人工軽量骨材の使用が検討されている。しかし、人工軽量骨材を用いたコンクリートの圧縮強度は普通コンクリートと同程度であるが、骨材強度が十分でないため、引張強度・せん断強度・付着強度・支圧強度は普通コンクリートに比べ小さくなることが知られている。そのため、土木学会コンクリート標準示方書では、粗骨材・細骨材の全てに軽量骨材を使用した軽量骨材コンクリートに対して、引張強度・付着強度などを普通コンクリートの70%低減で設計すると規定している。

しかしながら上記規定は、軽量骨材の種類とその組合せや骨材以外の部分の強度（ペースト強度：水セメント比によって決定）によって大きく変化すると考えられるが既往の研究は少なく、また不明な点が多いことが挙げられる。さらに、せん断試験は、梁部材による試験が多く、純せん断試験で評価をした既往の文献・研究も少ない。そこで本論文は、軽量骨材の種類とその組合せ、また、モルタル強度に着目し、純せん断試験を実施し、その試験結果について考察した。

2. 試験概要

表－1 使用材料一覧

(1) 使用材料及び配合

本試験で使用した材料の一覧を表－1に、その配合表を表－2に示す。

高性能減水剤の使用により、練り上がりのスランブを

材料	記号	種類	備考
セメント	C	普通ポルトランドセメント	密度 3.16(g/cm ³), 比表面積 3300(cm ² /g)
細骨材	S _N S _L	普通細骨材 (陸砂：御前崎市産) 軽量細骨材 (人工軽量骨材)	表乾密度 2.60(g/cm ³), FM2.64 絶乾密度 1.70(g/cm ³), 吸水率 14%, FM2.73
粗骨材	G _N G _L	普通粗骨材 (碎石：茨城郡産) 軽量粗骨材 (人工軽量骨材)	表乾密度 2.63(g/cm ³), FM6.09 絶乾密度 1.25(g/cm ³), 吸水率 28%, FM6.39
混和材	LS	石灰石微粉末	密度 2.70(g/cm ³), 比表面積 3960(cm ² /g)

15±2(cm)となるように調整した。また、配合は石灰石微粉末を用い、コンクリート・モルタル中の粉体量が同じとなるように設定した。空気量はその増減による強度のばらつきを小さくするため、消泡剤を用い2.0%以内に設定した。

(2) 試験方法

せん断試験は、土木学会規準 JSCE-G553(鋼繊維補強コンクリートのせん断強度試験方法)に準拠した。

(3) 試験水準・影響因子

試験水準はモルタルとコンクリートとし、影響因子はモルタル強度と骨材の種類とその組合せとした。モルタルは、普通モルタル(NS)と軽量モルタル(LS)で、配合強度が同程度となるよう設計した。コンクリートは、普通コンクリート(NSNG)、軽量細骨材を用いたコンクリート(LSNG)、軽量コンクリート1種(NSLG)の3種類で、モルタル配合を基本に配合を決定したため、モルタル強度が同程度になっている。

表－2 配合表 (括弧内は絶乾体積)

記号	石灰石微粉末置換率 (vol.%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
				W	C	LS	S _N	S _L	G _N	G _L
NS-1	50	86	—	256	299	380	1323	—	—	—
NS-2	25	57			447	253				
NS-3	0	43			596	126				
LS-1	52	71	—	256	360	328	—	992	—	—
LS-2	25	46			556	160				
LS-3	0	34			744	0				
NSNG-1	50	86	48	165	193	245	853	—	935	—
NSNG-2	25	57			288	163				
NSNG-3	0	43			384	81				
LSNG-1	52	71		165	232	211	—	640 (328)	935	—
LSNG-2	25	46			358	103				
LSNG-3	0	34			479	0				
NSLG-1	50	86		165	193	245	853	—	—	597 (355)
NSLG-2	25	57			288	163				
NSLG-3	0	43			384	81				

キーワード 人工軽量骨材, 純せん断試験, 軽量コンクリート, モルタル強度

連絡先 〒285-0802 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋マテリアル（株）開発研究所 Tel:043-498-3921

3. 試験結果

(1) モルタル強度－純せん断強度

図－1にモルタルおよびコンクリートにおけるモルタル強度－純せん断強度関係を示す。モルタルでは、軽量モルタル（LS）のせん断強度が、普通モルタル（NS）に比べ小さくなっている。しかし、コンクリートでは、細骨材の影響によりせん断強度が小さくなることはなく、粗骨材の影響により、せん断強度の減少が生じている。これは、コンクリートの場合、細骨材の違いにより生じるせん断強度への影響よりも、粗骨材の違いにより生じるせん断強度への影響の方が大きいと考えられ、粗骨材によるかみ合い効果や骨材破壊の有無が原因であると考えられる。

また、軽量コンクリート1種（NSLG）では、せん断強度が線形の増加を示しておらず、モルタル圧縮強度 $40(\text{N/mm}^2)$ で勾配が変化している。さらに、軽量細骨材を用いたコンクリート（LSNG）でもモルタル圧縮強度 $60(\text{N/mm}^2)$ で同様な傾向が確認できた。しかし、普通コンクリート（NSNG）では、そのような現象は確認できなかった。

(2) コンクリート強度－純せん断強度

図－2にコンクリート強度－純せん断強度関係を示す。試験結果のばらつきは多少あるが、前述した規定とは大きく違い、コンクリートの圧縮強度と純せん断強度の関係は相関があることが分かる。また、軽量コンクリートの純せん断強度は、普通コンクリートの純せん断強度と同程度であることも分かる。

(3) 脆度－純せん断強度

図－3に脆度－純せん断強度関係を示す。

ここで脆度とは、圧縮強度を引張強度で除した値のことである。図より、軽量細骨材を用いたコンクリート（LSNG）は、軽量コンクリート1種（NSLG）に比べ脆度は小さいことが分かる。

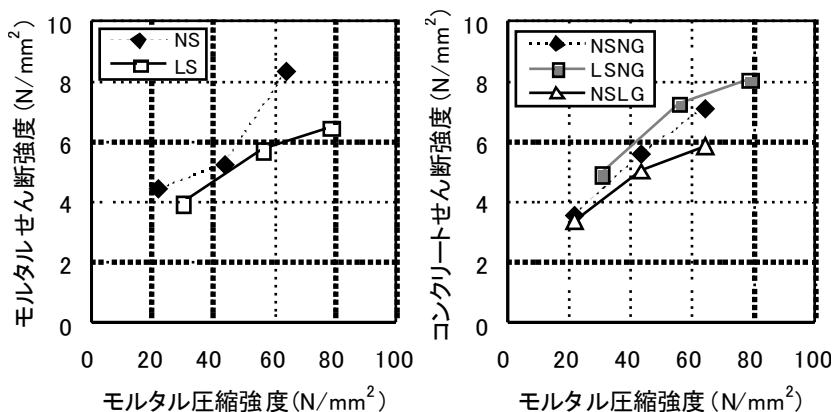
4. まとめ

人工軽量細骨材を用いたコンクリートの純せん断特性に関する実験を実施し、以下の知見を得た。

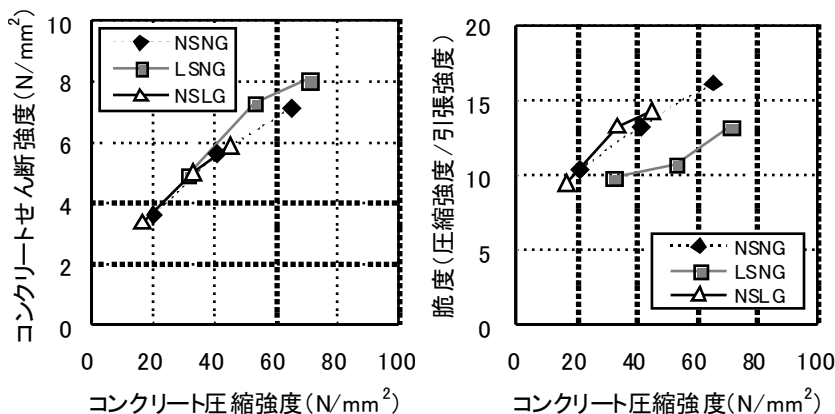
- (1) コンクリートの純せん断強度は、普通粗骨材を用いたコンクリートに比べ、軽量粗骨材を用いたコンクリートの方がせん断強度に及ぼす影響は大きい。また、軽量細骨材を用いたコンクリートは、モルタル圧縮強度 $60(\text{N/mm}^2)$ までならば同等の性能がある。
- (2) コンクリートの圧縮強度とコンクリートの純せん断強度との間には相関関係がある。
- (3) 軽量細骨材を用いたコンクリートは、軽量コンクリート1種に比べ脆度は小さい。

参考文献

- 1) 石川, 國府, 森, 岡本:「高性能軽量骨材を用いたコンクリートの破壊挙動に関する実験的研究」土木学会論文集 No.725 V-58,1-13,2003.2
- 2) Tuan, 大塚, 石川, 竹下:「A STUDY ON SHEAR STRENGTH OF CONCRETE UNDER DIRECT SHEAR TEST」コンクリート工学年次大会 2006 掲載予定



図－1 モルタル強度－せん断強度関係
(左：モルタル 右：コンクリート)



図－2 コンクリート強度
－せん断強度関係

図－3
脆度－せん断強度関係