

軽量骨材を用いたコンクリートのせん断試験

九州大学工学部 学生会員 ○阿部 慎一郎

九州大学大学院 フェロー 大塚 久哲

九州大学大学院 正会員 Ha Tuan Ngoc

太平洋マテリアル(株) 正会員 石川 雄康

太平洋マテリアル(株) 正会員 竹下 永造

表 - 1 供試体

水準	項目	ペースト強度	細骨材	粗骨材
NSNG-1	普通	20	普通	普通
NSNG-2		40		
NSNG-3		60		
NSLG-1	軽量1種	20	普通	軽量
NSLG-2		40		
NSLG-3		60		
LSNG-1	軽量逆1種	20	軽量	普通
LSNG-2		40		
LSNG-3		60		
LSLG-1	軽量2種	20	軽量	軽量
LSLG-2		40		
LSLG-3		60		

1 はじめに

軽量骨材コンクリートを長大アーチ橋の主要部材(橋脚、アーチリブ、鉛直材)に使用する計画があり¹⁾、著者らの一部は応力とひずみの関係を既に実験的に明らかにした²⁾。しかしながら、せん断強度に関しての特性は十分に把握されていないので、本研究では二面せん断試験による軽量コンクリートのせん断強度を実験により調べた。また、せん断破壊面の断面積を求め、それにより軽量コンクリートと普通コンクリートの破壊メカニズムを調べた。

2 実験供試体

2-1 供試体の種類

実験に用いた供試体を表 - 1 に示す。本実験では普通コンクリート(NSNG)、軽量一種コンクリート(NSLG)、軽量逆一種コンクリート(LSNG)、軽量コンクリート(LSLG)の4種類のコンクリートを製作し、設計ペースト強度は20N/mm²、40N/mm²、60N/mm²の3通りとした。

2-2 配合

実験に用いた供試体の配合を表 - 2 に示す。本実験では配合を等しくした普通コンクリートと軽量コンクリートでせん断耐力にどのような差が生じるを検討した。

3-3 材料力学特性

材料力学特性を表 - 3 に示す。圧縮強度を見ると、NSNG がおよそ20N/mm²、40N/mm²、65N/mm²であったのに対し、他3種類のコンクリートはおよそ15N/mm²、25 ~ 28N/mm²、40 ~ 45N/mm²と、かなり小さくなった。また、ほかの力学特性においても、普通コンクリートと比べて軽量コンクリートは小さな値となった。

3 実験方法

3-1 せん断試験

図1に二面せん断試験の実験装置を示す。

破壊断面の状態によりせん断破壊が行われているかを判断し、確実にせん断破壊が行われたと判断されたもののみをデータ処理に用いた。判断基準は参考文献³⁾に基づく。

3-2 偏心荷重の考慮

供試体の破壊予定面の表面二ヶ所にひずみゲージを貼り、圧縮ひずみ ε_1 、 ε_2 を測定した。荷重はこの比で左右に振り分けられていると考え、次の式によりそれぞれのせん断力とした。

$$P_i = P \times \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \quad \tau_i = \frac{P_i}{bh}$$

また、破壊はほぼ1面において行われたため、せん断力の大きな方のみをデータ処理に用いた。

表 - 2 配合

記号	設計ベ- ス卜強度 (N/mm ²)	石灰石微 粉末置換 率(vol.%)	W/C(%)	s/a(%)	単位体積質量(kg/m ³)							混和剤(%)		
					W	C	LS	S _N	S _L	G _N	G _L	SP	AF	MC
NSNG-1	20	50	86	48	165	192	162	892	-	977	-	C×0.2	C×0.1	C×0.0
NSNG-2	40	25	58			287	81					C×0.5		
NSNG-3	60	0	43			381	0					C×0.8		
NSLG-1	20	50	86		165	192	162	892	-	-	464	C×0.2		
NSLG-2	40	25	58			287	81					C×0.5		
NSLG-3	60	0	43			381	0					C×0.8		
LSNG-1	20	50	86		165	192	162	-	600	977	-	C×0.2		
LSNG-2	40	25	58			287	81					C×0.5		
LSNG-3	60	0	43			381	0					C×0.8		
LSLG-1	20	50	86		165	192	162	-	600	-	464	C×0.2		
LSLG-2	40	25	58			287	81					C×0.5		
LSLG-3	60	0	43			381	0					C×0.8		

表 - 3 材料の力学特性

Name	Fc	Ft(N/mm ²)	E(kN/mm ²)	v	p (bn/m ³)
NSNG-1	20.68	2.00	27.24	0.18	2.34
NSNG-2	40.99	3.11	28.98	0.23	2.33
NSNG-3	65.35	4.06	30.91	0.18	2.38
NSLG-1	16.18	1.72	20.25	0.22	2.00
NSLG-2	33.31	2.51	19.06	0.20	2.01
NSLG-3	45.24	2.85	21.30	0.15	1.96
LSNG-1	14.91	1.76	18.65	0.18	2.10
LSNG-2	26.22	2.77	21.54	0.19	2.10
LSNG-3	42.56	3.61	22.68	0.22	2.12
LSLG-1	14.04	1.47	11.29	0.17	1.59
LSLG-2	27.90	2.38	14.46	0.20	1.60
LSLG-3	38.17	2.98	15.30	0.18	1.75

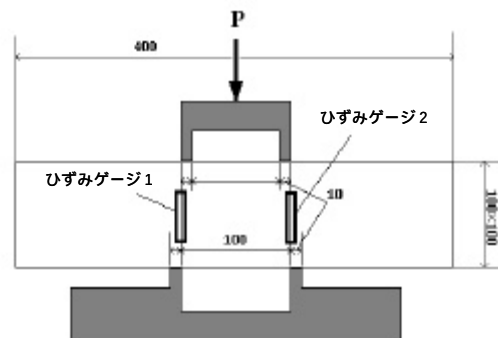


図1 実験装置 (単位 mm)

4 実験結果

4-1 セン断強度と圧縮強度の関係

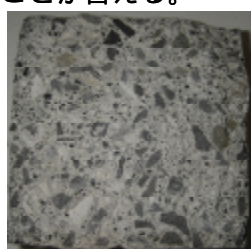
図2は、横軸に圧縮強度をとり、せん断強度の実験値をプロットしたものである。これからわかるように、せん断力の実験値はかなりばらつきがあった。次に、せん断強度の平均を求めて圧縮強度との関係をグラフ化したところ、図3に表されるように、コンクリートの種類に関わらずほぼ直線上に分布した。このグラフの式は $\tau = 0.0983F_c + 2.093$ となった。

4-2 $\tau / F_c - \rho$ 関係

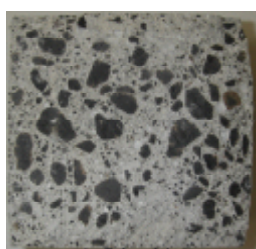
τ / F_c をパラメータとし、密度 ρ との関係を調べた結果を図4に示す。これからわかるように、コンクリートは密度が大きいほど τ / F_c が小さくなる。

4-3 破壊面の面積増加率と破壊面の関係

本実験では3D スキャナを用いて破壊面を読み取り、破壊面の面積を計算した。断面面積増加率(実際の破壊面の表面積 / 断面積)の異なる破断面の写真を図5に示す。断面面積増加率が大きいということは、破断面が骨材を避けて迂回していることを示す。面積増加率の小さなLSLG-2は、写真からも骨材破壊が伺える。また、図6は破壊面の3D画像であり、これからもNSNG-2の破壊面は骨材を迂回して面積増加率が大きいことがわかる。図7は断面面積増加率とせん断強度の関係である。このグラフから、軽量骨材は面積増加率が小さいこと。すなわち軽量骨材では骨材破壊が多い。設計ペースト強度がある程度大きくなると、面積増加率は一定となる傾向がある。ということが言える。

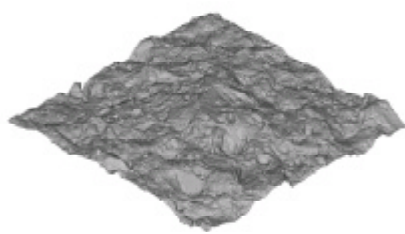


(a)NSNG-2



(b)LSLG-2

図5 破壊面の写真



(a)NSNG-2



(b)LSLG-2

図6 3D画像

5 結論

- 1) 普通コンクリート、軽量コンクリートともせん断強度と圧縮強度の関係は一致する。
- 2) 軽量骨材では普通骨材に比べて骨材破壊が多い。

参考文献

- 1) 大塚他：人工軽量骨材コンクリートのポンプ圧送性に関する検討 コンクリート工学, Vol41, No.12, 2003.
- 2) 大塚他：人工軽量骨材を利用した鉄筋コンクリート部材の耐震性能に関する実験的研究 土木学会論文集第794号 / I-72, pp.87-100, 2005.
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書[基準編], pp260-261, 2005.

コンクリートのせん断強度 - 圧縮強度の関係

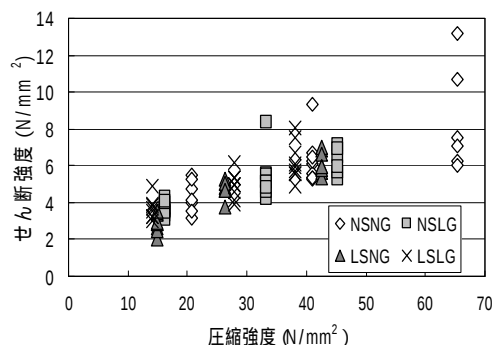
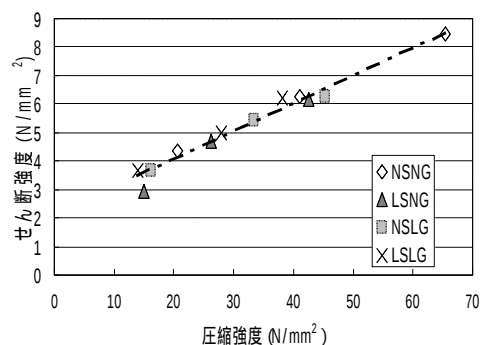
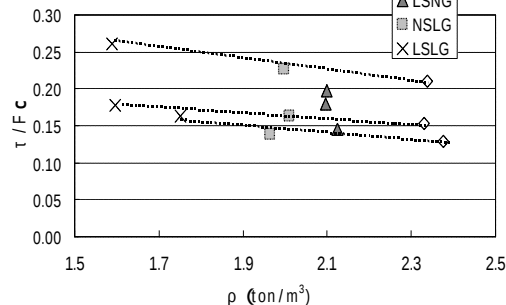
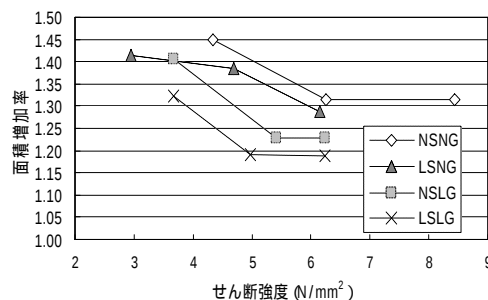


図2 セン断力分布図

コンクリートのせん断強度 - 圧縮強度の関係

図3 $\tau - F_c$ 関係 $\tau / F_c - \rho$ の関係図4 $\tau / F_c - \rho$ 関係

せん断強度 - 面積増加率

図7 τ - 面積増加率関係