

純せん断力を与える簡易型載荷装置の開発

山口大学大学院 学生員 ○本庄一貴
 山口大学工学部 正会員 吉武 勇
 (株)栗本鐵工所 正会員 田中 浩
 (株)銭高組 正会員 山口佳起
 山口大学工学部 正会員 浜田純夫

1 研究背景

コンクリートのせん断強度を求めるため、多くのせん断強度試験方法が提案されているが、それぞれに問題点があり、一般的な試験方法が確立されていないのが現状である。本研究では、できるだけ簡便な装置をもってコンクリートに純せん断力を与える簡易型載荷装置の開発を試みた。さらに、同装置を用いて軽量コンクリート、モルタルおよび普通コンクリートの3種類の供試体に純せん断応力を与え、純せん断力作用下のコンクリートの破壊挙動を観察した。また、純せん断強度を求めるとともに、各種強度との相関性について検討した。

2 純せん断試験装置

本研究で考案した純せん断試験装置および加力方法を図-1に示す。この装置は、一軸載荷荷重を扇形回転載荷治具とそれにピン結合した載荷板を介して分配することで、コンクリート要素にせん断力を導入するものである。

本研究の純せん断試験に用いるコンクリート供試体は、図-2に示すように、正方形形状(206×206×100mm)の平板の角部を18mmずつカットした八角形状をなしている。なお、載荷板とコンクリート供試体の接合を補強する目的から、載荷板1枚あたり鋼製のボルト(六角孔付きのM12ボルト)を千鳥状に計11本埋設している。本研究では、これらのボルト埋め込み領域は載荷板を取り付ける際の必要部と捉え、純粋にせん断力を受ける領域とは別に考えることとした。すなわち、せん断力が作用する領域は、内部の170×170×100mmに相当するものとし、その外周の枠(18mm)は載荷板の一部とみなして、せん断応力の評価に取り入っていない。本研究では、純せん断試験時の最大荷重と載荷面積の比により求まる強度を純せん断強度と定義した。

3 使用材料および配合条件

本研究における使用材料を表-1に、配合条件および強度試験結果を表-2に示す。一

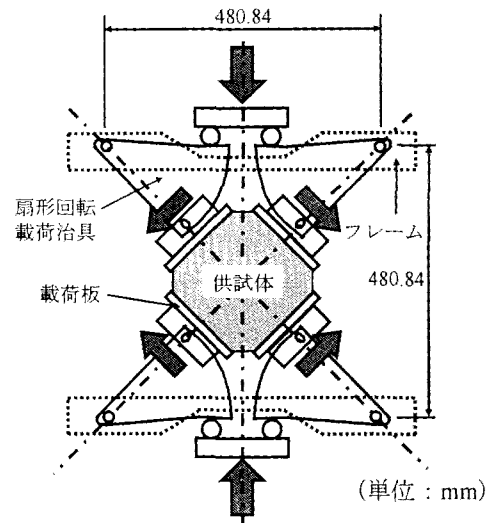


図-1 純せん断試験装置・加力方法

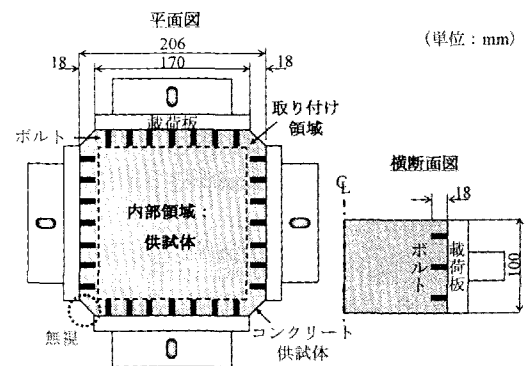


図-2 純せん断試験用供試体

表-1 使用材料

	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 Ad
使用材料および主原料	早強ボルトランド	海砂	真珠岩系 安山岩 砕石	高性能AE 減水剤
密度(g/cm ³)	3.13	2.60	0.85	2.70

表-2 配合条件および強度試験結果

	W/C(%)	単位量(kg/m ³)				圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)		純せん断強度 (N/mm ²)
		W	C	S	G		割裂	直接	
軽量 コン クリ ート	30	160	533	709	295	42.4	3.23	1.61	3.30
	45	160	355	774	322	30.9	1.67	1.14	2.38
	60	160	267	806	336	20.1	1.42	1.09	1.53
モル タル	30	252	840	1117	---	64.5	3.25	---	2.67
	45	352	782	906	---	38.7	2.32	1.01	2.14
普通 コン クリ ート	30	160	533	709	937	66.0	4.72	3.03	3.50
	45	160	355	774	1023	47.9	3.25	2.25	2.89
	60	160	267	806	1066	27.4	2.94	2.25	2.37

一般的にコンクリートのせん断強度は、圧縮強度に比して極めて小さくなることが知られている。そこで、本研究では強度レベルを普通・中・高強度と設定し、軽量コンクリート、モルタルおよび普通コンクリートの純せん断強度を求めた。

4 実験結果

4.1 破壊状況

純せん断試験時の破壊状況の一例(普通コンクリート W/C=60%)を写真-1に示す。ほとんどの供試体が写真-1に示すように供試体中心近傍に1本のひび割れが発生・進展することで破壊に至った。これは、与えたせん断力の合力により生じた引張成分(主応力成分)が卓越したことで生じた劈開破壊と考えられる。なお、いずれの供試体も破壊強度に至るまでは有意な挙動を示すことはなく、ある荷重で急激にひび割れを起こす脆性的な破壊であった。

4.2 圧縮強度-純せん断強度

圧縮強度と純せん断強度の相関性を図-3に示す。圧縮強度の増加とともに純せん断強度も大きくなる傾向にある。しかしながら、引張強度や曲げ強度と同様に、圧縮強度の増加に伴い純せん断強度の増加は停滞傾向にあった。

4.3 割裂引張強度-純せん断強度

割裂引張強度と純せん断強度を図-4に示す。割裂引張強度が増加するに伴い、純せん断強度は大きくなる傾向にあるものの明確な相関性は得られなかった。ここで、軽量コンクリートなどの引張強度が比較的小さい場合では、純せん断強度は割裂引張強度の1.0~1.6倍と、概して大きくなる傾向にあった。しかしながら、引張強度が約 3N/mm^2 を超える比較的高い強度の領域にある普通コンクリートでは、割裂引張強度に対して純せん断強度がおおよそ0.68~1倍と小さくなった。

4.4 直接引張強度-純せん断強度

直接引張強度と純せん断強度の相関性を図-5に示す。直接引張強度は最大でも約 3N/mm^2 と比較的小さい値となったことから、純せん断強度は直接引張強度に対して1~2.5倍と大きくなった。

5 結論

本研究により得られた知見を以下にまとめる。

- ①一軸載荷荷重を扇型回転載荷治具を介して、純せん断状態に変換できる簡易的な試験装置を開発した。
- ②純せん断力を受けるコンクリートは、ほぼ中央付近で垂直方向に引張りひび割れが発生し劈開破壊に至った。
- ③圧縮強度の増加に伴い純せん断強度は増加するものの、その両者の比は圧縮強度の増加に伴い小さくなる傾向にあった。
- ④引張強度が小さい場合、純せん断強度は割裂引張強度の1.0~1.6倍、直接引張強度の1~2.5倍と大きくなり、引張強度が比較的大きくなると純せん断強度は割裂引張強度の0.68~1倍と小さくなる傾向にあった。

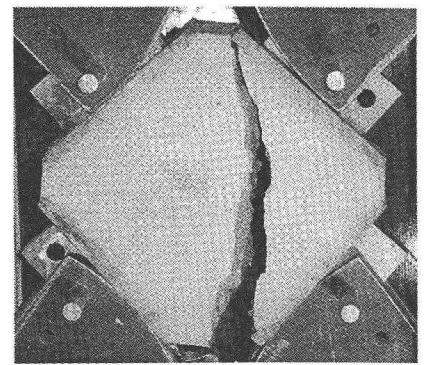


写真-1 破壊状況

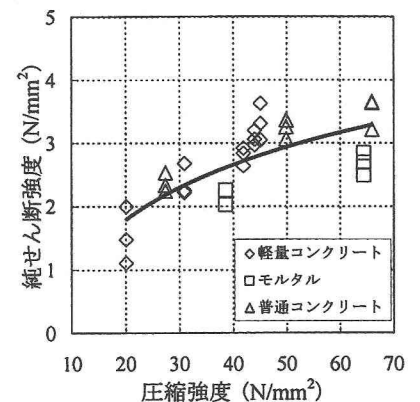


図-3 圧縮強度-純せん断強度

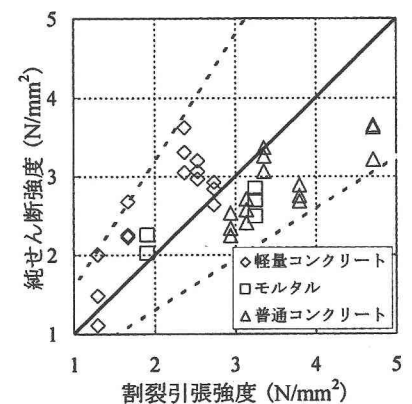


図-4 割裂引張強度-純せん断強度

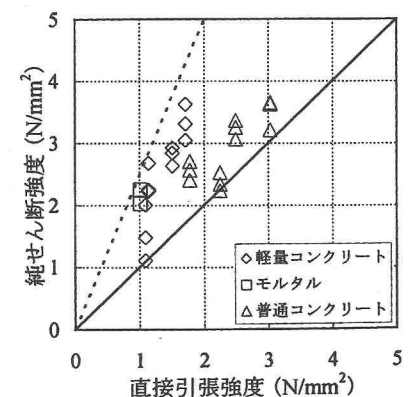


図-5 直接引張強度-純せん断強度