

純せん断力を受けるコンクリート要素のひずみ挙動

山口大学大学院 学生会員 ○稲森 あゆみ
山口大学工学部 正会員 吉武 勇
三菱化学産資(株) 正会員 久部 修弘
山口大学工学部 正会員 浜田 純夫

1. はじめに

主要な破壊形態のひとつであるせん断破壊挙動の定量化は、コンクリート構造物の安全設計を行う上で、重要な課題である。せん断破壊挙動を捉える研究では、棒・面部材レベルを対象とした実験的研究が多く、同研究では補強材の影響を受ける中でのせん断破壊挙動を捉えられている。一方、せん断破壊の起点となるコンクリート要素のひずみ挙動に関する研究はほとんどなされていない。そこで、本研究ではこれまで開発を進めてきた純せん断試験装置を用い、コンクリート要素のひずみ挙動について実験的検討を試みた。

2. 純せん断試験装置と供試体

本研究で用いた純せん断試験装置の模式図を図-1に示す。この純せん断試験装置は、アムスラー型万能試験機内に設置し、図-2に示すように、一軸載荷荷重を扇型回転載荷治具およびそれにピン結合した載荷板を介して45°方向に分配し、供試体に純せん断力を与えるものである。この時、扇型回転載荷治具の回転による水平方向の反力は、上下に設置した鋼製のフレームにとっている。

純せん断試験に用いる供試体を図-3に示す。本研究では、純せん断力の負荷領域は、内部にある170×170×100mmのコンクリート部位とし、その外周枠(18mm)の鋼製ボルト埋設部位は、載荷板の取付け要素として評価している。また、載荷板による過度の変形拘束の影響を小さくするため、厚さ1mmのゴム板を載荷板に取り付けている。

3. 実験条件

本研究で用いた材料およびコンクリートの配合条件を表-1、表-2に示す。本研究では早強ボルトランドセメントを用いることで、全ての実験を材齢7日で実施した。また、ひずみ挙動を求める実験の載荷方法は0→10kN→0→20kN→0→30kN...と10kNずつ荷重を増加させる漸増繰り返し法とした。載荷過程において、ロードセル(容量500kN)

に基づき載荷荷重1kNごとを目安にコンクリートひずみを測定した。

4. 実験結果

(1) コンクリート要素の純せん断ひずみ挙動

純せん断応力-主ひずみの関係の一例として、図-4にW/C=60%の石炭灰系軽量骨材コ

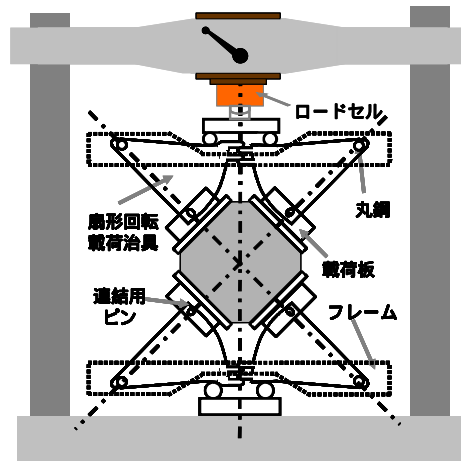


図-1 純せん断試験装置

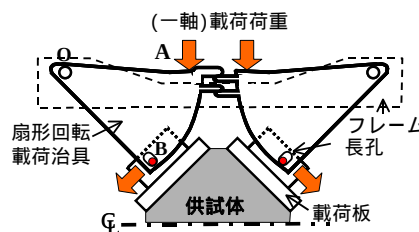


図-2 せん断力導入方法模式図

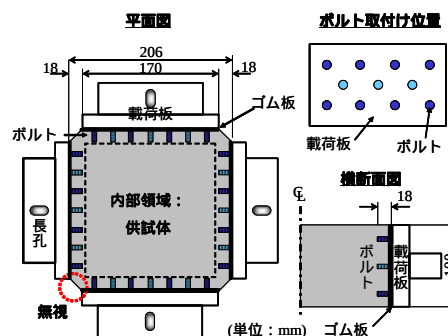


図-3 純せん断試験用供試体

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	早強ボルト	海砂	安山岩	高性能AE
および主原料	ランドセメント		砕石	減水剤
密度(g/cm ³)	3.13	2.60	2.70	1.85
吸水率(%)	—	1.19	0.64	3.0以下
				1.05

キーワード 純せん断応力、コンクリート要素、主ひずみ

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 山口大学大学院理工学研究科社会建設工学専攻 TEL0836-85-9306

コンクリートの実験結果を示す．純せん断力作用下では，コンクリートのような複合材料においても理想上の弾性体に近い挙動を示すことが確認できる．また，除荷後の残留ひずみ成分がほとんどなく，破壊に至るまで極めて線形弾性的な挙動を示すものであった．ここで最大ひずみに注目すると，一般的に知られる一軸引張りひずみ能力の $100 \sim 150 \times 10^{-6}$ に比べて著しく小さく， $50 \sim 70 \times 10^{-6}$ 程度で純せん断破壊に至っていることがわかる．これは，瞬時に脆性的に破壊に至ってしまうため，ひび割れ発生前後におけるひずみの計測が困難なためと考えられる．

(2) エポキシ樹脂を用いた純せん断試験

先述のように，純せん断力作用下で脆性破壊を示すコンクリート要素のひずみ挙動は，弾性領域内の測定は可能であるが，純せん断破壊直前の挙動の定量化は極めて困難なものである．そこで，コンクリートより極めて低剛性で引張強度に優れるエポキシ樹脂でコンクリート要素をサンドイッチする方法を考えた．ここでエポキシ樹脂の除荷過程における純せん断応力-主ひずみの関係を図-5 に示す．エポキシ樹脂のひずみ能力はコンクリートの約 10 倍ほどであり，コンクリート要素をサンドイッチしても破壊に至るまでほとんど応力負担することがないものと考えられる．

(3) サンドイッチ供試体の純せん断試験

サンドイッチ供試体のモルタル要素におけるひずみ挙動を図-6 に示す．図-6 より，この純せん断破壊は，供試体上部から局所的なひび割れが発生・進展していったものと推察される．さらに，破壊面上の x-I，x-II および x-IV のひずみは，最大純せん断応力以降，急激にひずみが進展したのに対し，破壊面でない x-III は，ひび割れが進展することで応力が開放され圧縮ひずみに転じるものであった．

5. まとめ

コンクリートのような複合材料でも，純せん断力作用下では，x-y 方向のひずみの絶対値が等しくなるなど，破壊に至るまで極めて線形弾性的な挙動を示すことが確認できた．

エポキシ樹脂でサンドイッチした供試体を用いることで，局所的なひび割れが発生・進展するコンクリート要素においても，破壊前後のひずみ挙動を捉えることができた．

表-2 配合条件

	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)			
		W	C	S	G
普通コンクリート	30	160	533	709	937
	45	160	355	774	1023
	60	160	267	806	1066
石炭灰系軽量骨材コンクリート	30	160	533	709	642
	45	160	355	774	701
	60	160	267	806	730
モルタル	30	252	840	1117	-
	45	352	782	906	-

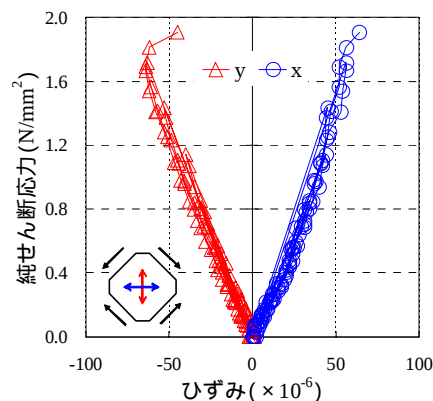


図-4 純せん断応力 - 主ひずみ

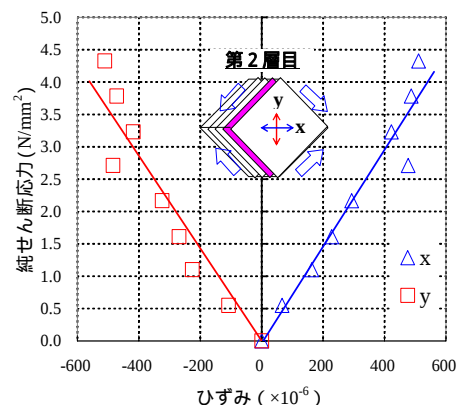


図-5 純せん断応力 - 主ひずみ

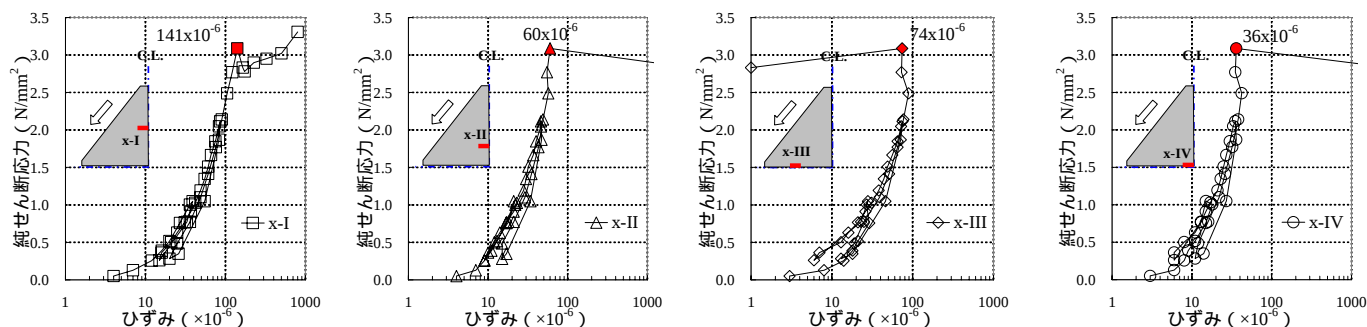


図-6 破壊前後の純せん断応力 - (x 方向)ひずみ