

コンクリートの伸び能力に関する研究

山口大学工学部	○学生員	上 高 克 弘
山口大学工学部	正 員	浜 田 純 夫
山口大学工学部	正 員	兼 行 啓 治
富士PSコンクリート	正 員	管 谷 晃 彦

1. まえがき

土木構造物の耐力について、コンクリートの破壊に関する研究は最も重要なものの一つである。その破壊形式としては、圧縮応力状態の下に存在する完全な破壊、いわゆる圧潰型と、引張応力状態の下で応力と垂直に、物体の分離現象が現われる部分的な破壊（ひびわれ）および、せん断によるすべり破壊の3つが考えられている。しかし、コンクリートの破壊機構には、そのような応力状態を基準とする破壊理論では説明できない現象もある。そこで、「コンクリートの破壊は、コンクリートの一部が最終引張りずみの限界を越え、内部で分離破壊を起こした状態とする」という仮説の下に、コンクリートの破壊現象を巨視的にとらえ、破壊機構の基礎的な研究について実験により検討することを目的とした。

2. 実験方法

本実験ではコンクリートの伸び（引張りずみ）能力を調べるために、水セメント比74%、58%のコンクリートおよび、水セメント比58%のモルタルの3種類について、圧縮試験、無拘束圧縮試験、割裂試験、直接引張試験および、曲げ試験を行った。なお圧縮試験および無拘束圧縮試験は $\phi 10 \times 10 \text{cm}$ ($H/D=1$)、 $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ ($H/D=2$)、 $\phi 10 \times 30 \text{cm}$ ($H/D=3$)の3種類の円柱供試体を用いた。割裂試験には $H/D=2$ の円柱供試体、曲げ試験には $10 \times 10 \times 50 \text{cm}$ の梁供試体を用いた。直接引張試験の供試体は $10 \times 10 \times 30 \text{cm}$ の長柱の両端から10cmボルトを4本ずつ埋めたものである。すべての供試体は、 $20 \pm 3^\circ \text{C}$ の水槽で28日間養生を行った。各供試体のストレインゲージの貼付位置を図-1に示す。

載荷方法は、圧縮試験、曲げ試験、割裂試験ともJIS規格に準じて行った。無拘束圧縮試験は、載荷面での摩擦を減らすことを目的として、両面にシリコングリースをよく塗り込んだ厚さ1.2mmのゴムプレートを供試体の上下面と上下載荷板の間にはさみ、載荷方法はJIS規格に準じた。

割裂試験を除く各試験では、供試体が壊れるまでの荷重とひずみの関係を測定した。

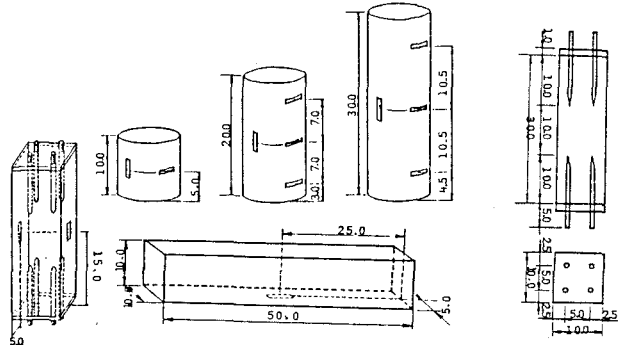


図-1 ストレインゲージの貼付位置

図-2 直接引張試験供試体

3. 実験結果および考察

(1) 圧縮試験、無拘束圧縮試験

各破壊形状は、図-3、4に示す。圧縮試験では、 $H/D=1, 2$ で楔形の破断面またはコーンと呼ばれる円錐形の小片が生じたが、 $H/D=3$ ではコーンは生じずに剝離が生じた。無拘束圧縮試験では、 $H/D=1 \sim 3$ まで全て、軸方向に平行な断面形が生じた。しかし、 $H/D=3$ では上面（下面）のひび割れが下面（上面）まで到達せず、すべり破壊が起こったものもあった。

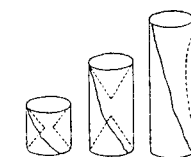


図-3 圧縮試験破壊形状

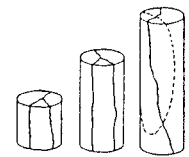


図-4 無拘束圧縮試験破壊形状

圧縮試験では、上下載下面に摩擦による拘束力が

働くことにより、供試体の端部付近では圧縮軸に垂直方向の伸びを妨げようとする力が働くため、内部に微小クラックが発生しても上下に連結する段階で破壊せず、さらに横方向に連結することにより、斜めひび割れが生じて楔状に破壊する。また、表-1の最大圧縮強度は、圧縮試験では H/D の小さい方が当然ながら大きくなるが、無拘束圧縮試験では、H/D について強度の顕著な差は見られない。図-5、6 から応力が、約 190 kgf/cm^2 のところまで一致しており、このときの引張りひずみは、約 130μ

である。引張りひずみが 130μ を越えるまでは、どちらの場合も弾性域内であるが、 130μ を越えると 内部クラックが発生して各試験の破壊に至っている。

(2) 直接引張試験

図-7 に示すようにひずみが約 40μ までは直線を示し、約 80μ で破断する。モルタルでは $90 \sim 100 \mu$ で破断しているが、測定 of 困難さも伴い、この差は断定的な意味を示しているものではない。

(3) 曲げ試験

図-8 から、応力-ひずみ曲線においてひずみが急変しているところがある。これは、供試体の引張側にひび割れが生じ、ひずみゲージをひび割れ上に張り付けたものは急増し、ひずみゲージがひび割れのすぐそばの場合は急減することを示している。このひずみはコンクリートで $90 \sim 110 \mu$ 、モルタルで $90 \sim 130 \mu$ である。これは直接引張試験で測り得た値より大きくなる。

4. 結論

圧縮試験、無拘束圧縮試験、割裂試験、直接引張試験、曲げ試験を行い、破壊条件の検討を行った。脆性的に判断すると最大引張りひずみは、 $80 \sim 120 \mu$ と考えられる。今後、塑性的性質を調べると、コンクリートの破壊条件に寄与できるものと考えられる。

表-1 圧縮試験、無拘束圧縮試験強度結果

試験	供試体 W/C	最大圧縮応力 (kgf/cm^2)			圧縮応力 (kgf/cm^2)	縦ひずみ (μ)	横ひずみ (μ)	ポアソン 比
		H/D=1	H/D=2	H/D=3				
圧縮 試験	コン リート	74%	40.5	32.6	28.9	115	365	0.18
		58%	53.5	39.6	41.5	230	672	0.22
	モル タル	58%	60.5	58.8	53.3	230	949	0.20
無拘 束圧 縮試 験	コン リート	74%	24.1	29.3	22.3	115	333	0.21
		58%	29.2	31.6	28.0	115	298	0.22
	モル タル	58%	30.3	38.1	37.3	115	406	0.26

表-2 直接引張試験、曲げ試験結果

試 験	供試体 W/C		最大応力 (kgf/cm^2)	ひずみ (μ)
直引 接張 試 験	コン クリ ート	74%	24.5	81.3
		58%	29.0	81.3
		モル タル	58%	17.2
曲 げ 試 験	コン クリ ート	74%	42.8	158
		58%	44.8	196
		モル タル	58%	27.7

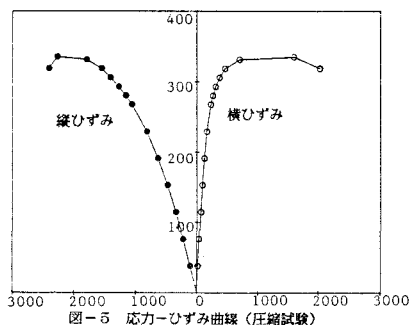


図-5 応力-ひずみ曲線 (圧縮試験)

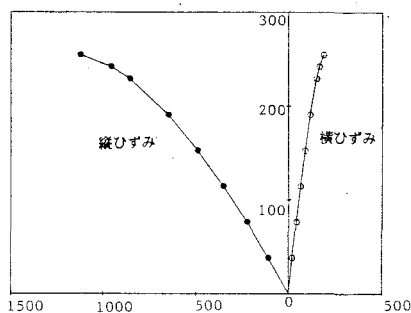


図-6 応力-ひずみ曲線 (無拘束圧縮試験)

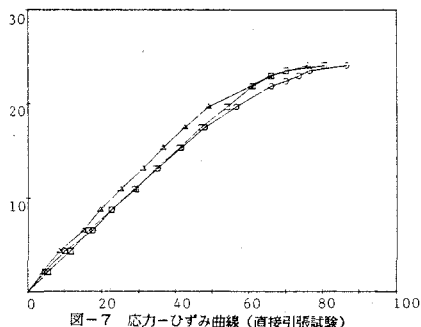


図-7 応力-ひずみ曲線 (直接引張試験)

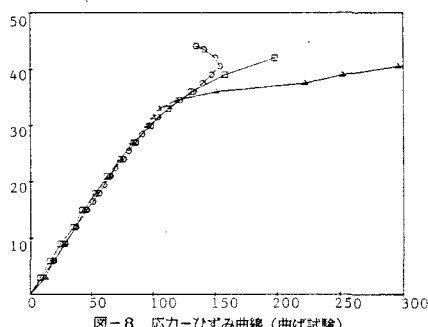


図-8 応力-ひずみ曲線 (曲げ試験)