

V-429

高速高圧三軸圧縮載荷装置の開発

防衛大学校 学生会員○森 孝次
学生会員 上林勝敏
正 会 員 藤掛一典
正 会 員 大野友則

1. はじめに

一軸応力状態で急速載荷を受けるコンクリートの動的特性に関する研究は、過去、多くの研究者によって報告されている。三軸応力下のコンクリートの動的特性を把握することは、実際のコンクリート構造物の動的破壊メカニズムをより詳細に解明するために非常に重要である。しかしながら、三軸応力下におけるコンクリートの動的特性の研究についてはあまり見当たらない。これは、特殊な実験装置や計測機器を必要とするため、実験自体が非常に困難なことに起因しているものと考えられる。本研究では、既存の急速載荷装置（最大載荷力 980kN, 最大載荷速度 4m/sec）に組み込んで使用し、側圧として作用する 2 軸方向の応力を一定に保持した状態で残りの 1 軸方向に急速載荷ができる高圧三軸圧縮装置を開発したものである。

2. 既往の三軸圧縮装置の概要

既往の三軸圧縮載荷試験には、表-1 ならびに表-2 に示すように 2 種類の方式がある。

表-1 軸対称三軸圧縮載荷装置

研究者	側圧の載荷方法	載荷能力		供試体形状	供試体寸法 直径×高さ (mm)	対象材料	供試体の圧縮 強度 (N/mm ²)
		最大側圧 (N/mm ²)	最大軸応力 (N/mm ²)				
Krahlら	油圧	137.9	482.6	円柱	12.7×25.4	モルタル	16.0~34.2
Bellamyら	油圧	68.9	243.8	円柱	152.4×304.8	コンクリート	29.5~33.8
Newmanら	油圧	140	690	円柱	100×250	コンクリート	15~65
Gardnerら	油圧	25.9	144.8	円柱	76×152	コンクリート	27.6
畑野	水圧	24.5		円柱	100×200	モルタル コンクリート	23.5
岡島	油圧	68.6	249.6	円柱	100×200	コンクリート	37.7
Smithら	油圧	20.7	194.2	円柱	54×108	コンクリート	34.5
山口ら	油圧	196.1	374.3	円柱	100×200	コンクリート	24.5
本装置	油圧	100	500	円柱	50×100	コンクリート	25.0~100.0

表-2 三方向独立三軸圧縮載荷装置

研究者	載荷能力			供試体形状	供試体寸法 縦×横×高さ (mm)	対象材料	供試体の圧縮 強度 (N/mm ²)
	σ_1 (N/mm ²)	σ_2 (N/mm ²)	σ_3 (N/mm ²)				
Millsら	81.6	81.6	81.6	立方体	57.2×57.2×57.2	コンクリート	21.8~40.7
Gopalakrishnanら	15.2	15.2	15.2	立方体	254×254×254	コンクリート	28.3
丹波ら	172	85.6	85.6	立方体	107×107×107	モルタル	33.6
大沼ら	294	196	196	立方体	100×100×100	コンクリート	29.4~39.2

軸対称三軸圧縮方式は、円柱供試体に対して水あるいは油によって静水圧を加え、このうちの 1 軸にさらに荷重を加えて偏差応力載荷を行う試験方法である。もう 1 つは、三方向独立圧縮載荷方式と呼ばれ立方体

キーワード：動的コンクリート特性、三軸圧縮装置、三軸応力、高速載荷

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 土木工学教室 TEL 0468(41)3810 FAX 0468(44)5913

供試体を対象として 3 方向それぞれ独立して載荷する方法である。

各試験方法には、それぞれ長所・短所がある。¹⁾ 軸対称三軸圧縮の場合、供試体側面の摩擦は絶無である反面、三軸応力のうち 2 軸応力が等しい応力状態しか得られないという短所がある。三方向独立圧縮載荷の場合、中間主応力の影響が考慮できるという長所がある反面、供試体稜部の応力集中、端面の摩擦による影響、荷重の制御が複雑であるなどの短所を有する。本開発では、新たに開発する高压三軸圧縮装置は既存の急速載荷装置を利用することを考慮して、軸対称三軸圧縮装置を採用することにした。

3. 高压三軸圧縮装置の各種諸元の決定と概要

土木・建築構造物に用いられるコンクリートは、近年高強度化する傾向にある。そこで、本開発では圧縮強度が 25~100 (N/mm²) 程度のコンクリートを対象として高ひずみ速度ならびに、高压圧縮下の三軸軸圧縮挙動を調べることを目的とした。そのためには、軸方向応

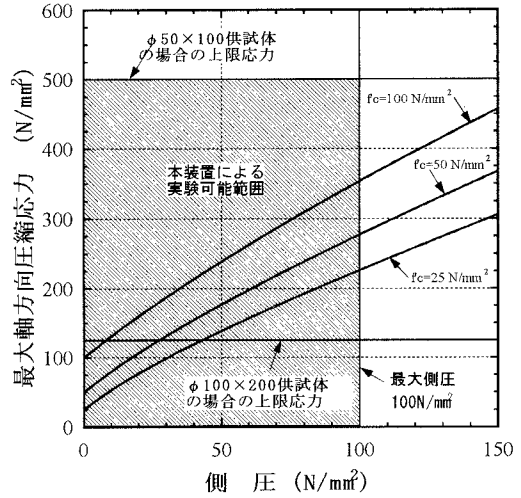


図-1 最大軸方向応力と側圧の関係

力や側圧に関して装置自体にどの程度の載荷能力を要求するかが重要な問題となる。そこで、 $f_c = 25, 50, 100 (N/mm^2)$ の 3 種類のコンクリートを用いて軸対称三軸圧縮載荷を行った場合の軸方向最大圧縮応力と側圧を Ottosen の 4 パラメータモデル²⁾ を用いて推定した。その結果を図-1 に示す。三軸軸圧縮装置の軸方向の加力には既存の、急速載荷装置を用いるので、最大荷重は載荷装置の能力から 980(kN)となる。直径 50 (mm)、高さ 100 (mm) の円柱供試体を用いた場合、載荷可能な軸方向応力の上限は 500 (N/mm²) である。よって、本研究では直径 50 (mm)、高さ 100 (mm) の円柱供試体を用いることにした。側圧については、表-1、表-2 に示す既往の研究及び図-1 から 100(N/mm²) 程度の載荷能力を保有していれば十分対応できると判断した。

図-2 に、開発した高压三軸圧縮装置の概要と供試体の設置状況を示す。高压三軸圧縮装置は、急速載荷装置に組み込んで使用する。本装置は、三軸圧縮装置（三軸セル）および側圧一定保持用ポンプユニットから構成されており、側圧（最大側圧 100N/mm² まで可能）を油圧により載荷し、軸方向に対して最大 980kN の高速載荷（4 m/sec）を行うことができる。

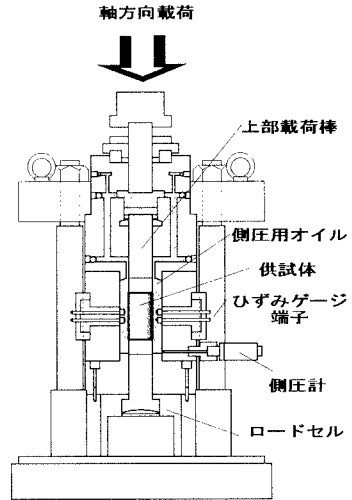


図-2 高压三軸圧縮装置と試験体設置状況

4. 試験結果の例

図-3 に、今回開発した高压三軸圧縮装置を用いた実験から得られた軸方向応力とひずみの関係を示す。側圧が大きくなるにつれて、軸方向最大応力および軸方向最大ひずみは急激に増加していることがわかる。

<参考文献>

- 1) 岡島達雄：複合応力（軸対称 3 軸圧縮）を受けるコンクリートの破壊条件 その 1. 実験方法及びひずみ測定結果，日本建築学会構造系論文報告集，第 189 号，pp. 15-24，1971 年 11 月
- 2) Chen : Plasticity in Reinforced Concrete, McGraw-Hill(色部誠・河角誠・安達洋監訳)コンクリート構造物の塑性解析，丸善，1995

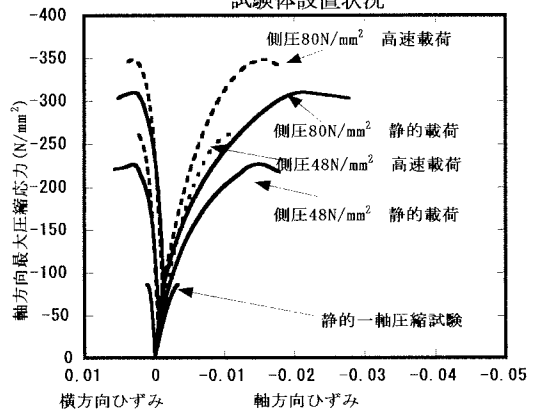


図-3 軸方向応力-ひずみ関係