

電力中央研究所 正会員 ○加藤 治
 電力中央研究所 正会員 遠藤孝夫
 名古屋大学 正会員 田辺忠顕

1. まえがき

原子力発電所の大型化に伴い、コンクリート製格納容器が採用されつつある。この重要な構造物は、想定される大地震時においても安全性が確保できるように設計することになっている。このため、これまで種々の実験・研究がなされてきたが、その多くは、静的な正負交番載荷実験に基づくものであり、地震時の挙動・安全性を知るためには、動的な荷重による破壊実験を実施し、静的な正負交番載荷実験との対応を明らかにすることが望ましい。

本研究は、鉄筋コンクリート(RC)円筒シェルモデルについて、振動台による振動破壊実験(以下動的実験と呼ぶ)とアクチュエーターによる静的正負交番載荷実験(以下静的実験と呼ぶ)とを実施し、両実験結果を比較検討したものであり、RC円筒シェルの耐震安全性検討上の基礎的資料とするものである。

2. 実験の概要

試験体の形状・寸法は図-1に示す通りである。円筒部には、縦・横方向に $\phi 2.0$ mmの鉄線を25 mmピッチで配置しており、この鉄線の断面に対する比率は約1.26%である。円筒部に用いた鉄線とモルタルの力学的性質は表-1に示す通りである。また、上・下スラブは、粗骨材の最大寸法10 mmで28日間養生時の圧縮強度 $\sigma_{28} = 300 \text{ kg/cm}^2$ のコンクリートとした。

動的実験では、試験体に付加質量を取り付けて振動台上に固定し、試験体の固有振動数を含む正弦波を振動台の入力として加振させた(図-2)。この時、応答水平加速度、水平変位、歪を測定した。また、静的実験では、動的実験の場合と同様に、試験体に付加質量を取り付けて、図-3に示す実験装置により、定めた変位履歴に基づき正負交番載荷を行ない、試験体各部の変位、歪および荷重を測定した。なお、これらの実験に供した試験体は、動的実験に2体、静的実験に1体である。

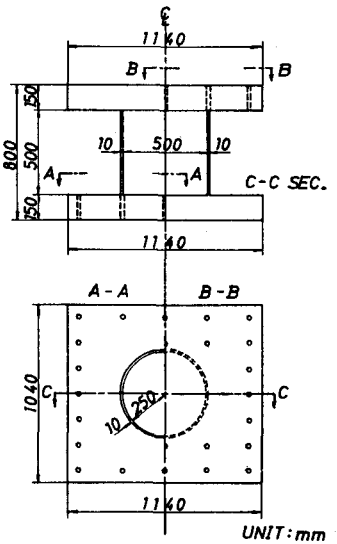


図-1 試験体の形状・寸法

表-1 使用材料の力学的性質

モルタル	$E_c(\text{kg/cm}^2)$	2.42×10^5
	$\sigma_c(\text{kg/cm}^2)$	334
	ν	0.21
鉄線	$E_s(\text{kg/cm}^2)$	1.9×10^6
	$\sigma_y(\text{kg/cm}^2)$	6650
	$\sigma_m(\text{kg/cm}^2)$	7580

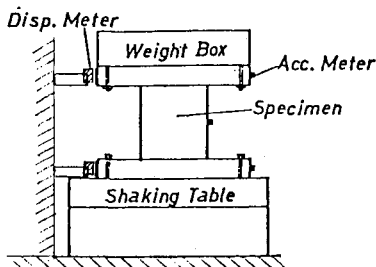


図-2 振動破壊実験装置

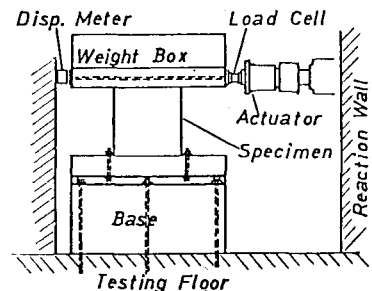


図-3 静的正負交番載荷実験装置

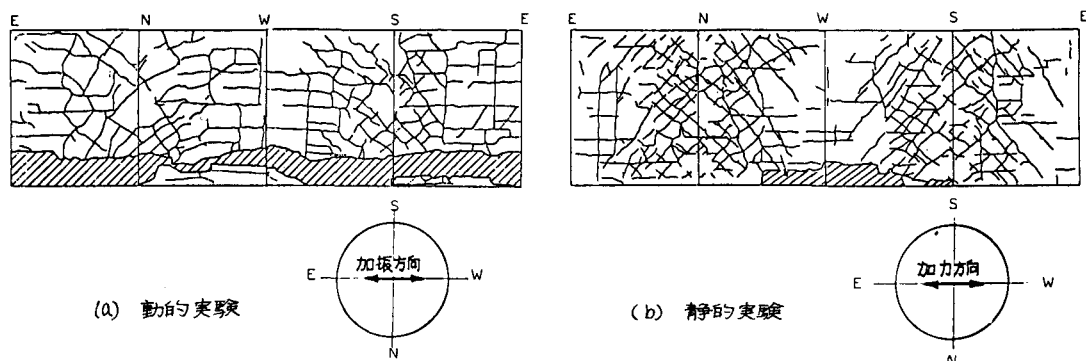


図-4 破壊性状の比較

3. 実験結果と考察

3.1 破壊性状

動的実験と静的実験での試験体の破壊性状を比較すると、両者の間には顕著な相違が認められた。すなわち、図-4に示すように、静的実験では、フランジ部での曲げ引張りによるひびわれとウェブ部の斜め引張りひびわれが広く分散して発生したが、動的実験では、同じ部分に同様のひびわれが生じたものの、その本数は少なく、ひびわれ幅が広くなり、ひびわれ部に集中して損傷が生じて破壊に至った。このことは、静的な場合には、広い領域でエネルギーを吸収し、動的な場合には、少ない数本のひびわれ部でエネルギーを吸収したものと考えられる。

3.2 復元力特性、最大荷重および最大変位

静的実験における復元力特性を図-5に示す。同図で示すように、静的実験では、最大荷重 3.49 ton 、最大水平変位 14.38 mm であったのに対して、動的実験では、それぞれ、 1.95 ton と 2.00 ton 、 5.18 mm と 5.57 mm となり、静的実験の値を下回る結果となった。このことは、試験体の誤差、加力方法の相違、あるいは繰返し回数の相違によるものとも考えられるが、荷重速度の相違によるものとするれば、極めて重要なことであり、さらに詳細な検討が必要と思われる。

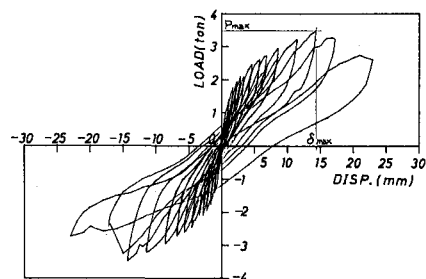


図-5 静的実験における復元力特性

表-2 実験結果の比較

	動的実験	静的実験
最大荷重 $P_{max}(\text{ton})$	1.98	3.49
最大水平変位 $\delta_{max}(\text{mm})$	5.38	14.38
累積塑性変形倍率	$\delta y=3.45$	9.20
	$\delta y=4.60$	0.87
消費エネルギー $(\text{ton}\cdot\text{mm})$	$\delta y=3.45$	153.73
	$\delta y=4.60$	59.30

3.3 累積塑性変形倍率、消費エネルギー

累積塑性変形倍率および降伏変位より大きい変位での消費エネルギーを求め、試験体のじん性評価を試みた。この結果、表-2に示すように、累積塑性変形倍率および消費エネルギーともに、動的実験の値が静的実験の値より小さくなった。すなわち、動的な外力を受けた場合には、静的な外力を受けた場合に比べて、試験体のねばりがあるという結果となった。

4. あとがき

本研究では、動的な外力を受ける場合と静的な外力を受ける場合とでは、両者の破壊性状、最大荷重、最大変位等に相違があることが明らかとなった。しかし、これらは、実験数が少ないため、軽々しく結論づけることはできないことであり、同様の実験・研究を継続する予定である。なお、本研究に対して、昭和55年度吉田研究奨励金を授与されたことを記して感謝の意を表します。

参考文献 遠藤他:鉄筋コンクリート円筒シエルの振動極限耐力に關する一考察:第36回年次学術講演会概要集