

電力中央研究所 正会員 ○遠藤孝夫
 電力中央研究所 正会員 加藤 治
 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ってコンクリート製格納容器が採用されつつある。この構造物は、想定される大地震時でも充分な安全性を保有することが必要であり、これまで種々の条件下での実験・研究が実施され、得られた研究成果が設計基準に反映されてきている。しかし、この構造物の大地震時終局挙動についてはさらに解明すべき点があり、このため地震時終局挙動を実験により詳細に明らかにし、解析に必要な各種のデータを得るとともに、終局時までシュミレートできる精度良い解析手法の開発が望まれている。

このような見地から、著者らは鉄筋コンクリート円筒シェルの一連の実験・研究に着手した。本報告は、鉄筋コンクリート円筒シェルモデルの静的正負交番荷重実験結果と有限要素法による解析結果のうち荷重-変位および荷重-歪関係について両者の比較検討を行ったものである。

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φ2mmの鉄線を25mmピッチで配置しており、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は、降伏点強度6650 kg/cm²、破断強度7580 kg/cm²のものであり、モルタルの28日間養生時の圧縮強度は $\sigma_{28}=334 \text{ kg/cm}^2$ である。また、上下スラブは、粗骨材の最大寸法10mmで $\sigma_{28}=300 \text{ kg/cm}^2$ のコンクリートとした。

実験では、試験体上スラブに鋼製の付加質量を取り付け、図-2に示すような装置により、定められた変位履歴(図-3)に基づいて正負交番荷重を行い、試験体各部の変位、歪および荷重を測定した。

3. 実験の結果

実験で得られた荷重-変位関係を図-4に示す。ひびわれは、部材角 $R=2.0 \times 10^{-3}$ の時、荷重載荷方向に3/張ひびわれが、また荷重載荷方向と直角方向に斜め引張ひびわれが発生し、部材角の増大に伴って進展し、本数も増加した。試験体の最大荷重は、部材角 $R=25.0 \times 10^{-3}$ 時で $P=3.49 \text{ ton}$ であった。試験体は、部材角の増大に伴って円筒下部が下スラブから抜け出し、全体の荷重と変形の関係に大きく影響を及ぼしていると考えられる。

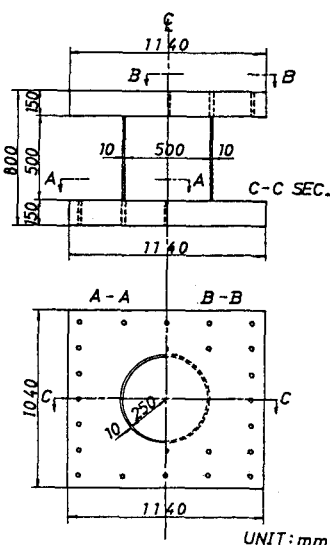


図-1. 試験体の形状・寸法

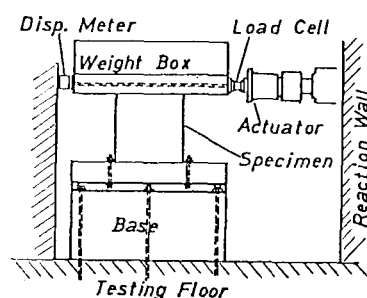


図-2 静的正負交番荷重実験装置

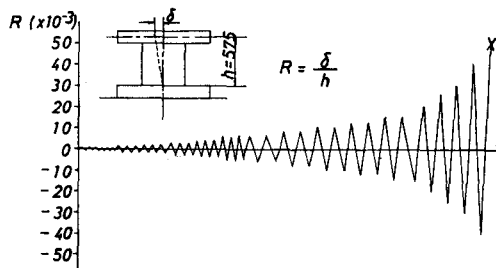


図-3 荷重履歴

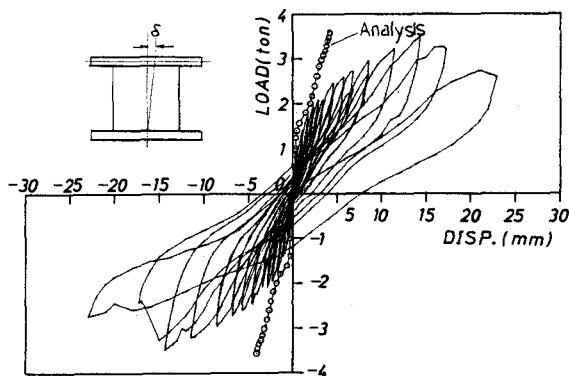


図-4 荷重-変位関係

4. 解析的検討

荷重-変位と荷重-歪関係を有限要素法により解析した。解析には、着者らが先に提案した非軸対称荷重を受ける非軸対称剛性を有する軸対称三角形リング要素を用い、コンクリートとモルタル部のひびわれ発生によって生じる剛性低下は、円筒試験体を使用した材料の力学的性質より図-5のように仮定した。この図より、ひびわれ発生は、最大主応力が $\sigma = 20 \text{ kg/cm}^2$ を越えた時とし、以降、鉄線だけが外力に抵抗するものと考えている。また、鉄線は至3750 μ で降伏するものとした。解析で得られた上スラブの荷重-水平変位関係を図-4に、荷重-歪関係を図-6に実測値と比較して示す。

解析の結果では、上スラブへの水平力Pが $P=1.0 \text{ ton}$ までは試験体は弾性域にあるが、これ以降、載荷方向円筒下部で鉛直方向の引張応力によりひびわれが発生し、周方向と円筒上部方向へ進展した。これは、実験結果と良く合っていた。その後、周方向、円筒上部方向へひびわれが進展しつづけ、 $P=2.8 \text{ ton}$ で載荷方向円筒下部で鉄線が塑性化している。ひびわれや塑性化が生じた要素では、歪が急激に増大する傾向が見られるが、次に荷重が増大すると、近接する部分にひびわれや塑性化が生じて、前の部分の応力が緩和されることより、歪増加量が小さくなる現象がみられた。これらのことに基づき、図-4、図-6をみると、荷重-変位関係では、ひびわれ発生後実測値と解析値が良く近似している。しかし、荷重の増加とともに実測値が解析値を上回っている。これは、解析では考慮していない円筒部の鉄線の下スラブからの引き抜けが大きく影響していると考えられる。荷重-歪関係では、解析値と実測値が合っていて解析値が実体を良く説明しているといえよう。

図-6 荷重-歪関係

5. あとがき

鉄筋コンクリートシェルモデルの水平加力実験結果と有限要素法による解析結果とを比較検討した。その結果、解析値と実測値に隔たりのある部分があり、今後さらに解析精度を良くするための検討が必要と考えられる。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ましたことを記して感謝の意を表します。

参考文献 遠藤他：非軸対称剛性を有するコンクリートドーム壁の応力解析，第2回コンクリート工学年次講演会講演論文集

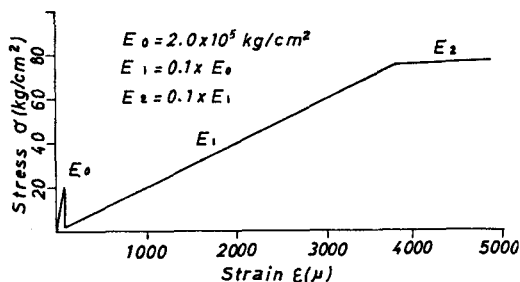


図-5 解析に用いた剛性

