

電力中央研究所 正員 ○伊藤 千 浩
電力中央研究所 正員 大沼 博 志

1. はじめに

著者らは衝撃荷重に対する鉄筋コンクリート構造物の挙動を明らかにし、これら構造物の衝撃荷重に対する安全余裕度を検証するため、これまでに鉄筋コンクリート製の梁¹⁾、平板²⁾、半球ドームモデル³⁾を用いて衝撃実験を行ってきた。構造物が飛来物の衝突により衝撃荷重を受けた場合、その応答は飛来物の質量、衝突速度、剛性、形状等によって大きく異なるため衝撃応答を明らかにすることは、たいへん困難なものとなっている。この様な衝撃に対する構造物の応答については各所で研究が行われているが、鉄筋コンクリートの衝撃応答に関する研究は少なく、実験、計測方法の困難さなどもあり鉄筋コンクリートの衝撃応答については、いまだ解明されていない点の数が多く残されている。

本報告は上記の実験に引き続き鉄筋コンクリート製の円筒シェルを用いた衝撃実験を行い、曲率をもつ構造物の衝撃応答について検討したものである。

2. 実験

2. 1 衝撃荷重載荷装置

実験装置の概略を図-1に示す。載荷方法は圧搾 N_2 ガスにより、ハンマーを試験体に所定の速度で衝突させて行なう。衝突速度はガス圧によって調整し、光電管式速度計によって計測する。ハンマーは鋼製の円柱($\phi 9.8$ mm)で、重量は、70 kgf である。

2. 2 試験体

実験に用いた鉄筋コンクリート製円筒シェルの概略図、配筋図を図-2に示す。試験体は同一形状のものを2本製作し、図-3に示すように横置きにし軸方向中央部に60間隔で衝撃荷重を加え実験を行った。ただし、鉄筋ひずみの測定は、図中に示した実験時のみに行い、他の実験では貫入量のみを測定した。また、載荷時における供試体の初動やばね上りを防止するために円筒の両端をナイロン製のバンドで固定した。

2. 3 計測

衝突速度は、2.1で述べたように光電管式速度計によって計測した。また、衝撃荷重はハンマー中央部に取りつけたロードセルとハンマー側部貼付したひずみゲージより得られる動的ひずみにより求めた。この他、鉄筋とコンクリートの表面にひずみゲージを貼付し衝撃によって発生するひずみをDCアンプを介しデータレコーダーに記録した。これらのデータは、ウェーブメモリーによってAD変換し、シンクロスコープや電磁オシログラフによって再生しデータの解析を行った。また、これらの動的応答の他に実験後貫入量の測定や衝撃によって発生したフラッグの記録を行った。

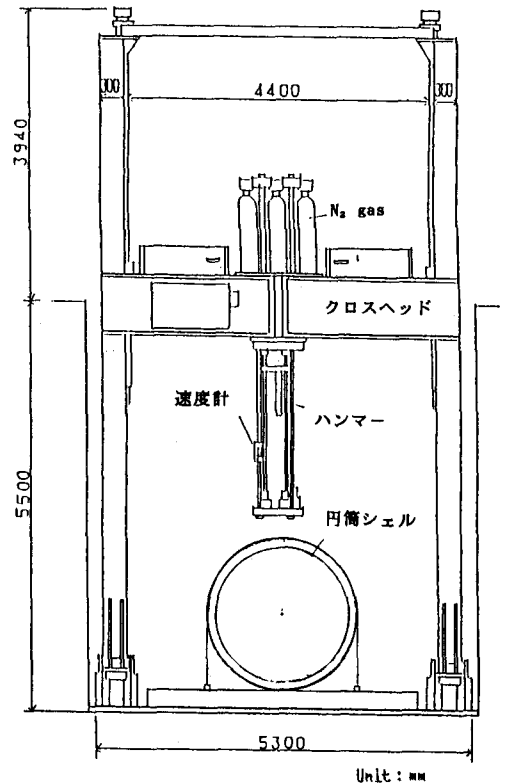


図-1 衝撃荷重載荷装置 (Moderate speed gun)

3. 実験結果

図-4に衝撃実験後(衝突速度: 12.9%)の円筒シェル衝撃部付近の破壊状態を示す。衝撃面では放射状のひびわれとハンマーによる貫入が生じている。このときの貫入量は約 3 cm であった。また、数本の鉄筋がハンマーによって切断されていた。一方、裏面には衝撃応答に特有なスキッピング(裏面剝離)が生じ、コンクリートが楕円状にはがれ落ち、その長径は約 50 cm となっていた。

図-5に衝突速度と貫入量との関係を示す。図中SLABとあるのは、当所で行った鉄筋コンクリート製平板(板厚: 10 cm)の衝撃実験結果である。この図より貫入量は衝突速度の2乗に比例している。つまりハンマーのもつ運動エネルギーに比例していることがわかる。また、円筒シェルの実験結果は同じ板厚をもつ平板の実験結果とほぼ一致しており、本実験の範囲内では円筒部の曲率の影響はみられなかった。

4 おわりに

現在、コンクリート構造物の耐衝撃性を検討するために用いられている種々の評価式は、スラブに対して適用されているものであるが、本実験の範囲内では円筒シェルの衝撃応答は平板の実験結果とほぼ一致するものであった。したがって、円筒のような曲率をもつ構造物の耐衝撃性についても、鉄筋コンクリートスラブに対する各種の評価式を適用することができると考えられる。

最後に、本研究にあたり日本大学教授 能町純雄氏、空閑工業大学助教授 岸徳光氏より貴重な御助言を賜ったことを記し感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 伊藤大沼, 佐藤高野: 衝撃荷重に対する鉄筋コンクリート梁部材の挙動-昭和58年度土木学会年次学術講演会概要集
- 2) 大沼, 伊藤, 岸, 能町: 鉄筋コンクリートスラブの衝撃応答特性について 第6回コンクリート工学年次講演会講演論文
- 3) 中速度衝撃荷重に対する鉄筋コンクリート半球ドームの衝撃応答-第59年度土木学会年次学術講演会概要集
- 4) R.P. Kennedy, "A Review of Procedures for the Analysis and Design of Concrete Structures to Resist Missile Impact Effects, Nuclear Engineering & Design 37 (1976)

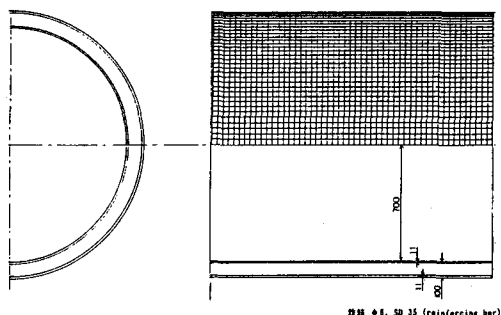


図-2 RC 円筒シェル配筋図

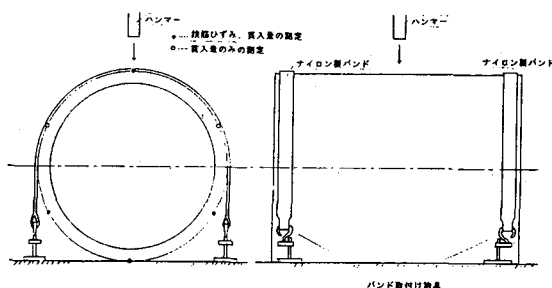


図-3 RC 円筒シェルの実験

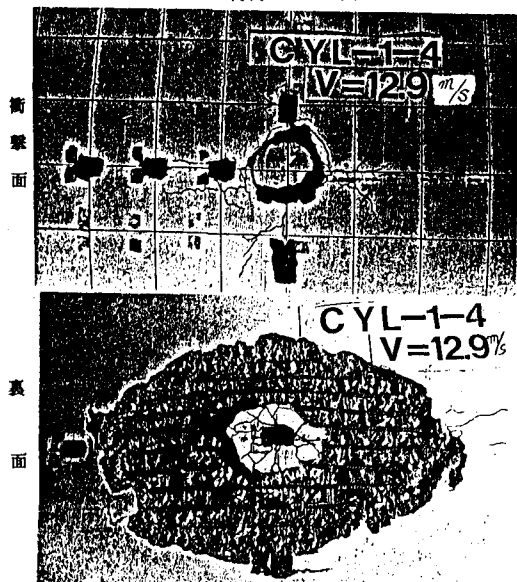


図-4 破壊状態

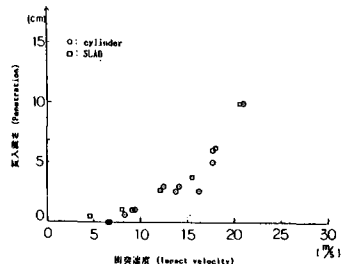


図-5 貫入深さと衝突速度