

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

構造物が物体の衝突により衝撃荷重を受けた場合、その応答特性は物体の質量、衝突速度、剛性、形状等によって大きく影響され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なわれているが、鉄筋コンクリートの様な複合材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が多く残されている。このようなことから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するため、これまでに鉄筋コンクリート梁、鉄筋コンクリート平板を用いた衝撃実験を行ない有用な結果を得てきた。

本報告は、これらの実験に引き続き鉄筋コンクリート製の半球ドームを用いた衝撃実験を行ない、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、ハンマーを供試体に任意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($\phi 9.8\text{ cm}$)で、重量は70 kgである。

2.2 供試体

実験に用いた鉄筋コンクリート製の半球ドームの概略図、配筋図を図-2に示す。供試体は同一の形状のものを全部で4体製作し、そのうち2体については外側から残りの2体については内側から衝撃荷重を加えた。載荷は供試体の底板部を鉄板を介してボルトによって支持台に固定し、図-3に示すようにまず対称軸方向から、その後、同一の供試体に対して 30° 傾けた方向から 90° 間隔で計4回衝撃荷重を加える実験を行なった。

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に接着したひずみゲージより計測した。また、ドームの鉄筋とコンクリート表面にひずみゲージを接着し衝撃によって発生するひずみ応答履歴を求めた。これらのデータはDCアンプによって増中したのちデータレコーダーに記録し、その後、ウェーブナモリーによって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を行なった。これらの動的応答の他に実験後貫入量の測定や発生したクラックのスケッチ等を行なった。

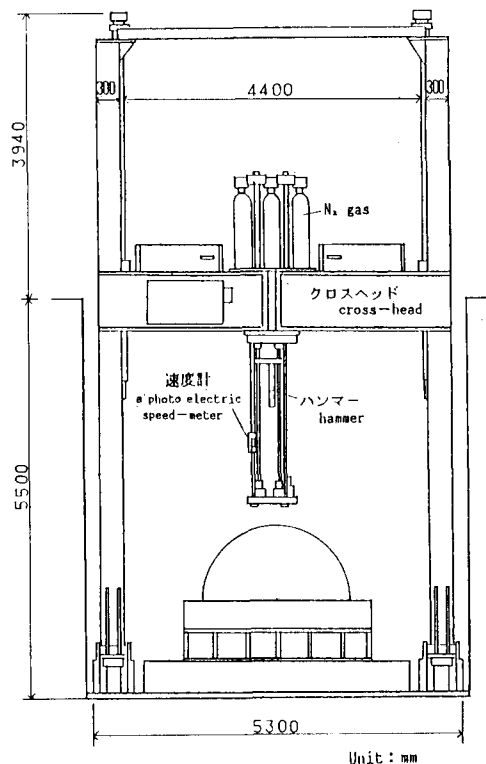


図-1 衝撃荷重載荷装置

3 実験結果

図-4に衝撃実験後(衝突速度: 14.5%, 載荷方向: 図-3a)の衝撃部付近における破壊の状態を示す。この図より衝撃部付近で放射状のひびわれが生じているのが見られ、コンクリートはハンマーの形状に沿って円状に破壊している様子がわかる。また、数本の鉄筋はハンマーによって切断されている。表面には衝撃応答に特有なスキャミング(裏面剥離)が生じコンクリートが円状にはがれ落ちて、その径は約35cm程となっていた。次に図-5に衝突速度と貫入量との関係を示す。図-5aはハンマーを外側から当てたとき(図-3a,b), 図-5bは内側から当てたとき(図-3c,d)の実験結果である。図中SL-10とあるのは、鉄筋コンクリート製平板(板厚: 10cm)の衝撃実験結果である。この図より2つのことがわかる。ひとつは貫入量が衝突速度の2乗に比例しているということである。つまりハンマーのもつ運動エネルギーと貫入量が比例していることがわかる。もうひとつは、ドームの貫入量は同じ厚さをもつ平板のそれに比して小さくなっているということである。

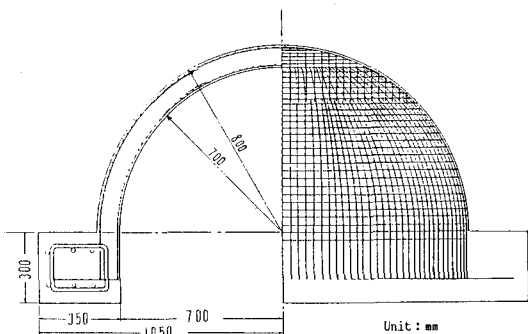


図-2

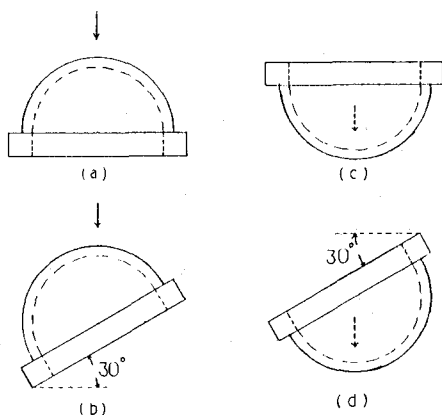


図-3

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平板に対して適用されているものであるが、実験結果よりこれらの評価式によって得られる結果はドームのような曲率をもった構造物に対して危険側の値を与えるものと思われる。したがってドームのような曲率をもった構造物の耐衝撃性をこれらの評価式を用いて検証することは十分可能なことと考えられる。最後に本研究に当たり北海道大学教授 能町純雄氏、室蘭工業大学助教授 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。

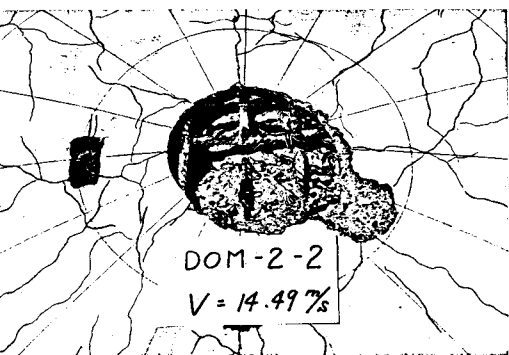


図-4

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回エネルギー学年次講演会講演論文
- 3) R.P. Kennedy, "A Review of Procedures for the Analysis and Design of Concrete Structures to Resist Missile Impact Effects," Nuclear Engineering and Design 37 (1976)

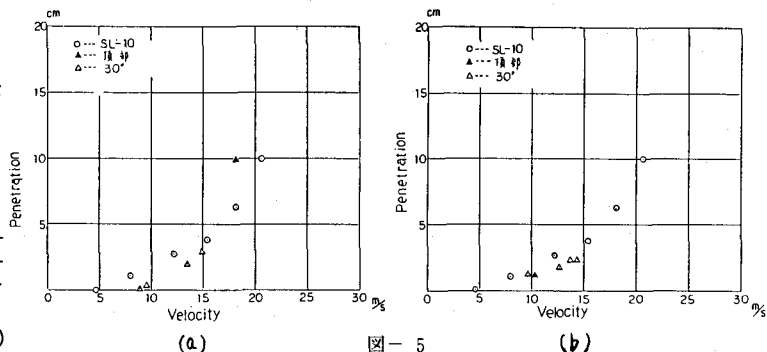


図-5