

1 はじめに

鉄筋コンクリート構造物には静的な外力が作用するだけでなく様々な形で動的な力が作用する場合が考えられる。通常考えられる問題としてもっとも急速な荷重現象は発破等による爆発的な荷重であり、その立ち上がり時間は数マイクロ秒となる。また地震による荷重は1秒間に数サイクル程度のものが主となり、コンクリート材料は、ほとんど静的な性質を用いても大差ないとされている。これにくらべて落錐が衝突することによる荷重は荷重時間が、およそ0.5msec～5msec程度であり、くい打ちや構造物の解体作業はこの範囲に近いと考えられる。すなわちこの荷重時間に対応する現象は、それより早い荷重時間によるものが応力波の伝播問題として扱わなければならないのにくらべて実験室的な供試体レベルでは、力(応力)の伝達はいはば静的にとり扱っても良い範囲であろう。

本研究はこの考え方に立ち、モルタル供試体が1～5msec程度の荷重時間の落錐衝撃を受ける場合の挙動、とくに応力-ひずみ関係を明らかにすることを目的としたものであり、さらには静的な荷重状態における応力-ひずみ関係や強度との比較検討を行なったものである。

2 供試体と実験装置

供試体は直径5cm長さ10cmのセメントモルタル円柱である。材料には早強ポルトランドセメントと海砂を用い配合は重量比で水:セメント:砂=0.45:1.0:2.0とした。養生はセメントペーストによるキャッピングを経て約48時間で脱型、4日間温度約18℃、湿度約90%の気中に保存した。試験時材令は7日である。

実験に際して供試体への入力を図-1に示すように重さ20kgの落錐(鋼製、円柱部での径92cm長さ415cm)を4本の鉛直に組まれたガイドレール用のパイプに沿って自然落下させることにより与えた。すなわち落錐を針金製のヒューズを通してワイヤーで引き上げ、ねじにより落下高さを微調整する。その後針金製ヒューズを切断することにより落錐を圧盤上に落下させている。またロードセルの下部は重さ約300kgの鉄筋コンクリートで固め、この部分の振動による入力の乱れを小さくすることに努めている。図-2に計測装置の概略を示す。供試体

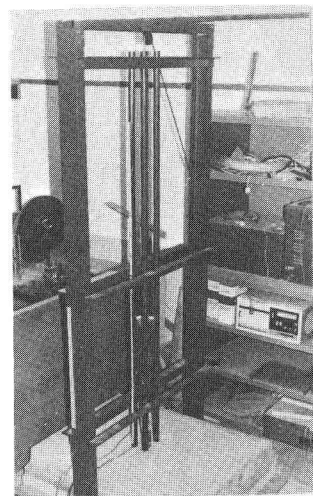


図-1 衝撃落錐試験機

のひずみの測定は供試体中央部対称位置に電気抵抗線ひずみゲージをたて、よこそれぞれ2枚ずつ直列につなぎ2ゲージ法により測定した。またロードセルはたてよこそれぞれ2枚ずつ対称位置に貼った4枚のゲージにより4ゲージ法を用い感度を上げてとっている。ひずみの増幅は新興通信社製動ひずみ測定器Shinkoh 4007-F型(DC~50kHzの範囲内で±1dBで測定可能)によりおよそ60dB行ないシンクロスコープにより写真撮影して行なっている。

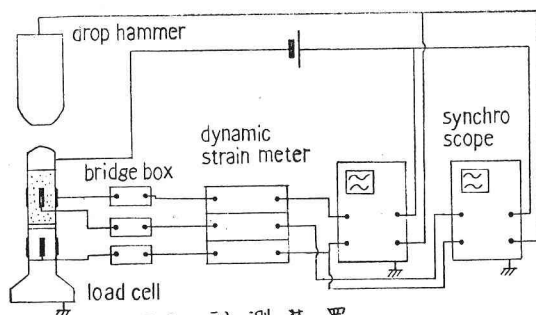


図-2 計測装置

3 実験と考察

実験は落錘衝撃を受けるモルタル供試体の応力-ひずみ関係と強度とを明らかにすることを目的として行なった。図-3に供試体たてひずみとロードセルの荷重との時間変化の1例を示す。これは落錘と圧盤との間になにも挿入せず直接鋼と鋼を接触させたものである。波形は時間長さおよび900 μ secの基本波に周期170 μ sec程度の波が重なりあったものであると考えられる。いま落錘の長さ(41.5cm)に対し鋼中を伝わるたて波の速度を約5000m/secとすると、たて波が落錘中を往復するのに要する時間は166 μ secとなる。このことから基本波は落錘衝撃による基本波であり、それに鋼と鋼との衝突により発生する衝撃波の高周波成分が重なったものと解釈される。この高周波成分を除去するため落錘と圧盤との間に厚さ約5mmのゴム板を挿入し落錘衝撃を与えたものが図-4である。この場合ゴム板の存在により供試体に現われるひずみ波は2段階のものとなるが前の場合のような高周波成分は見られなくなる。また初期のゴム板の変形によると思われるブローチ成分を除くと載荷継続時間も直接載荷した場合のものとくらべて大差ないといえる。

いまこれらの時間-ひずみ、時間-荷重関係もシンクロスコープのたて、よこ軸にそれぞれ入れシンクロスコープをXYスコープとして撮影したものが図-5である。これは落錘と圧盤との間にゴム板を挿入した場合のものである。当然この応力-ひずみ関係は応力およびひずみの計測点間におよそ10cmほどの距離があることにより正確な応力-ひずみ関係ではないがその時間づれによる影響は大きくなくほぼ妥当なものであると考えられる。しかしゴム板を挿入しない場合、同様にして計測される応力-ひずみ関係は前述の高周波成分のため著しく乱れたものとなる。このようにして得られる応力-ひずみ関係を落錘の落下高さをもしだいに増加することによりくり返し載荷してとり静的なくり返し試験結果と比較したものが図-6である。衝撃くり返しにおいても荷重レベルが高くなると応力-ひずみ曲線に顕著なヒステリシスループが現われることが認められている。前述のように本実験では載荷継続時間1msec程度の衝撃載荷を波動伝播問題としてではなく単静的なひずみ問題と解釈してとり扱ったものであるがこの仮定により求められた衝撃弾性係数、強度の静的弾性係数、強度に対する倍率は、それぞれおよそ1.7倍、1.8倍程度のものが得られた。

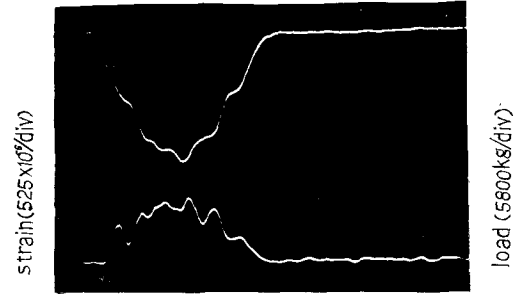


図-3 time(0.2msec/div)



図-4 time(0.2msec/div)

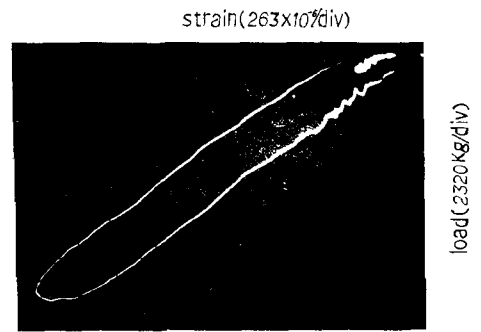


図-5 time(0.5msec/div)

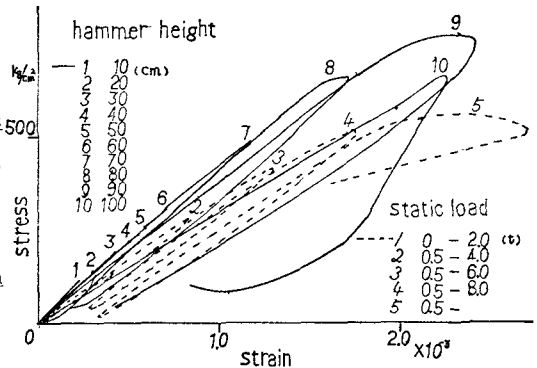


図-6 応力-ひずみ曲線