

地震荷重を対象としたコンクリートの動的圧縮変形並に破壊

電力中央研究所

畑野 正

ダム等のコンクリート構造物の耐震性を論議する場合、コンクリートの動的挙動を明にすることが基本的な必要條件である。従来の耐震理論はダムに關しては剛体としての取扱から、単純なバネと等しい弾性体としての取扱、更に Kelvin 模型による取扱に進んでいるが、コンクリートの素材としての弾性や粘性の本質、動的破壊の状況等を明にして、更に前進をはかる必要がある。この意味の一歩としてコンクリート供試体の動的圧縮破壊試験を実施した。

回転速度を $300 \text{ r/min.} \sim 15 \text{ r/min.}$ に変化ある fly wheel により、油圧ポンプを駆動して、wheel の一回転の間に圧油を 100 ton 耐圧試験用の ram に送り込み、動的圧縮を 10 cm 径 20 cm 長の供試体に加えた。供試体の下部に非接着型抵抗線系ゲージを利用した 100 ton 圧力計とあつて圧力を記録し、供試体の上下の圧力板に、 π 型にした燐青鋼の薄板に接着型抵抗線系ゲージをはつた各計と直径 $\sqrt{2}$ 方向に 4 個固定して変形と圧力と同時に記録するよりにした。

地震週期として $0.1 \text{ sec} \sim 4 \text{ sec}$ を考え、その $1/4$ 週期の内に破壊するものとして $0.03 \text{ sec} \sim 1 \text{ sec}$ の時間で破壊することを目標とした。更にこれらの値と比較する規準として通常の速度 (約 100 sec に破壊するもの) の圧縮試験と同様の方法で行つた。

供試体の種類は次表の如く、各種を夫々約 20 個宛試験した。

Test NO.	種類	配合	W/C	寸令
1	コンクリート	1:2:4	37%	4Ws
2	〃	1:2:4	42%	〃
3	〃	1:3:5	50%	〃
4	〃	1:4:7	57%	〃
5	〃	1:4:7	65%	〃
6	〃	1:2:4	42%	13Ws
7	〃	1:3:5	45%	〃
8	〃	1:3:5	50%	〃
9	〃	1:4:7	57%	〃
10	〃	1:4:7	65%	〃
11	モルタル	1:3	50%	4Ws
12	〃	1:4	60%	〃
13	〃	1:3	50%	13Ws
14	〃	1:4	60%	〃

これらの実験結果の主要な知見は次の如くである。

1. 荷重が0から増大して破壊に至るまでの時間 t の \log 値と破壊強さ σ_u の関係は $t = 0.03 \text{ sec} \sim 100 \text{ sec}$ の間に於て殆ど直線的である。(地震波動を対象にした直線の装置では、速度が一定で破壊することなく最初の速度は小さく次第に増大して略一定となり、破壊点附近で再び増大する。従つて強さ σ の変化はすべつて破壊に至るまでの時間即ち地震週期との関係に於て表現する。) σ_u の大きさは 100 sec 破壊とすれば、 1 sec 破壊は $1.17 \sim 1.30$ 、 0.03 sec 破壊は $1.30 \sim 1.56$ とする増加率は、骨配合程大きく、又材令 4 W_3 と 13 W_3 とでは後者の方が大きい。

2. 破壊時の最大応力に対する σ (この値を Compressibility ϵ_c と定義する) の大きさは、コンクリートの種類材令によつて、破壊時間に関係なく略一定値となつた。その大きさはコンクリートで $19.1 \sim 28.1 \times 10^{-4}$ 、モルタルで $26.2 \sim 38.2 \times 10^{-4}$ であり骨配合による程小さく、且材令の増加と共にやや増大している。以上からコンクリートの破壊論の時間を考慮した広い立場から考えることにより、従来と異つたものとなつていふことが示唆される。

3. 応力-歪曲線は骨配合による程急曲し、モルタルの場合には特に著しい。又それらによつて破壊時間小なる程急勾配となり粘性の著しいことを示す。Compressibility ϵ_c の 0.25 、 0.50 、 0.75 、 1.00 の各々の値に於ける Secant Modulus E_s とおくと、 100 sec 破壊とすれば、 1 sec 破壊の場合には夫々 $15 \sim 25\%$ 増し、 0.03 sec 破壊の場合には $20 \sim 50\%$ 増しとなる。増加の割合は骨配合程大きく、且 $0.25 \epsilon_c$ に於ける E_s より ϵ_c に於ける E_s の方が大きい傾向にある。

4. 以上の資料からコンクリート素材のレオロジー的解析を進めることが出来る。破壊に至るまでの挙動を模型に表すことは非線形性を導入する必要がある。又 σ のような構造物は引張強さの限界附近まで考えれば、破壊の状況がある程度まで解明出来ることより、寧ろ問題を簡易化して、Kelvin 模型に Spring を連結した3要素模型を考え、これに $0.25 \epsilon_c$ に於ける Secant Modulus の値 E_s 、 $0.25 \epsilon_c$ と σ_u 、 ϵ_c の値を用い、 $\sigma = Kt$ なる時間に比例した作用応力と加えた歪を求め、常数値を計算する。

これらの値から地震荷重として考慮した $0.1 \text{ sec} \sim 4 \text{ sec}$ 程度の週期 t の動荷重に対する動的弾性率の変化の状況を知ることが出来る。又コンクリート構造物の振動方程式に用いるべき粘弾性係数を知ることが出来る。

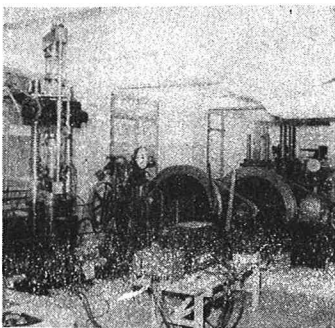


Photo 1

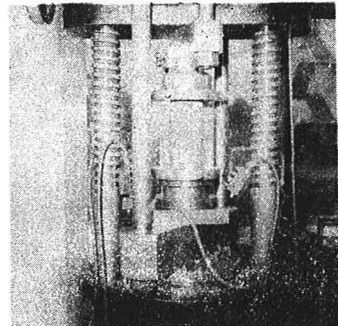


Photo 2

(見)