

(25) 砂防ダムの土石流衝撃力に関する実験(Ⅱ)

建設省土木研究所 渡辺正幸 水山高久

端末砂防工事々務所 ○伊巻幹雄

富士砂防工事々務所 小川裕示

1. はじめに

筆者らはコンクリート構造物に対する土石流衝撃力の大規模実験を通じて、コンクリート堤体の衝撃荷重に対するひずみ特性ならびに破壊形態を調べてきた。その結果衝撃に対して応答を示す時間はせいぜい10msであること、ひずみのピークは1~3msであること、力と変位の関係は構造を片持梁と仮定した2質点バネ系の等価モデルで解析できること、実測ひずみ ε_m と計算ひずみ ε_c の比下は、

$$F = 0.9 (E + 1)^{-0.8} \quad (1)$$

で示され、これに20%の安全度をみておけば、与えられた厚みをもつ堤体の破壊限界が求められることが示した。ここに、 M_1 : はりの等価質量、 M_2 : 鋼球の質量、 V : 衝撃力を加える鉄球の速度であり E は $E = M_2 V^2 / M_1$ である。今回は同様の実験をフトン籠を用いたフレパクトコンクリートを供試体として用いたものである。

2. 実験の概要

図-1に示す供試体を $2 \times 1.2 \times 0.5$ m、8番線、15cm菱型網目のフトンガニに、粒径15~20cmの花崗岩礫をつめたものを5層に積みあげ、膜板で囲、たあとモルタルを充填して作成した。空隙率は55%、モルタルは単位セメント量689kg、水・セメント比57%である。これに鋼球(500, 1400kg)の单振り子によつて衝撃力を与え、鋼球の衝突速度、変位、ひずみ、破壊性能の測定を行つた。

3. 結果及び考察

(1) タービ曲線

代表的な時間-ひずみ曲線を図-2に示す。

ひずみの大きさは正負を問わぬ側面ほぼ同じような最大値を示し、かつ波形は相似である。このことは供試体が片持梁の変形特性をもつてゐることを示す。ただ、G4については礫の影響が表われてひずみは小さく波形は特異である。G7は横方向ひずみを測定するものであるが、相当大きい値を示してあり水平方向のコンクリート壁の変形が生じてゐることを示している。これまでの実験で認められなかつた他の特性はつきのようなものがある。

- ① 衝突する鋼球の速度が増大してもタービ曲線の乱れ(周期の小さい波形)がみられない。
- ② タービ曲線の立ち上がりからピークに達するまでの時間は球速に無関係である。

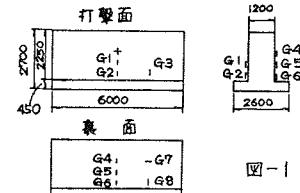


図-1

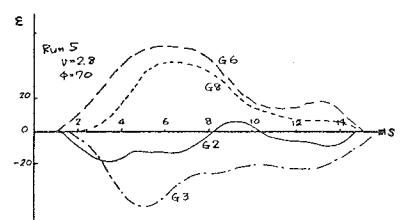


図-2

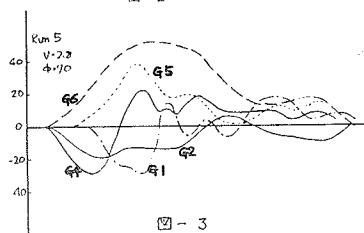


図-3

③ G1とG4の最大ひずみの符号は各ケースによって異なる。これは打撃面に発生するひずみと、曲げ変形とともにひずみが合成されたものと考えられる。

(2) エネルギー最大ひずみ

図-5、6は中央部載荷の場合の球速-最大ひずみ曲線である。鋼球の速度の増大とともに各点のひずみは増大する。

(3) 破壊状況

中央載荷で打撃点が天端から1mの場合には天端に達するクラックは発生していない。打撃点のめりこみとその周辺30~40cm範囲にクラックがみられた。普通コンクリートの場合と比べると今回は打撃点のモルタルが破壊して飛散し、中詰の石がむき出しになることがある。打撃点が天端から0.5mの場合において打撃速度が小さい場合は同様なめりこみとクラックだけであるが、速度が大きくなると天端および裏面に達する全体破壊に至るクラックが発生する。

隅部では速度が小さい間は打撃地点の周辺のクラックのみであるが速度が大きくなる場合、打撃点がより隅部になると天端・側面へ達し、破壊する。クラックの主方向は供試体の角を対角とする斜辺方向である。普通のコンクリートの場合は飛散するが、籠の場合は破壊したコンクリートは鉄線にしづらされて飛散しない。

(4) 破壊機構の検討

図-2、3の時間-歪曲線から供試体左片持梁とみなし、図-7に示す2質点系の等価質点モデルを考える。等価質量は供試体と同じ応力-歪特性をもつよう定めた仮想の梁の質量である。供試体の弾性係数は注入モルタルの圧縮試験結果をもとにして、 $E_1 = 0.88 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ とした。実測ひずみと計算ひずみの比と、梁(M_1)と鋼球(M_2)の等価質量の比に鋼球の衝突速度の2乗を乗じた($M_2/M_1 \cdot V^2 = E$)との関係を図-8に示す。 $\frac{V}{M_2}$ の最大値はEの増加とともに減少する傾向を示していく。この値はほぼ $\frac{V}{M_2} = 0.7(E+1)^{-0.8}$ となる。これは通常のコンクリートの値と比べるとかなり小さいが供試体の弾性係数を正確に評価して補正する必要がある。

結論

碎石をプレパクトし、モルタルを注入する工法で空隙の充てんは充分可能である。このようにして作られた砂防ダムのコンクリートは衝撃荷重に対して普通コンクリートと同様の強度特性を有する。

水平方向の変形を正確に把握してモデル計算に入れる必要がある。また、Eの範囲を大きくして試験を重ねる必要がある。

参考文献

1. 木山高久、伊卷幹雄：砂防ダムに対する土石流衝撃力実験、土木技術資料 22-11, 1980, pp. 27~32
2. 渡辺正幸、木山高久、伊卷幹雄：富士山土石流衝撃力実験報告書Ⅰ、土木研究所資料第1583号、昭和55年3月
3. 渡辺正幸、木山高久、伊卷幹雄：富士山土石流衝撃力実験報告書Ⅱ、土木研究所資料第1662号、昭和56年3月
4. 渡辺正幸、木山高久、伊卷幹雄：砂防ダムに対する土石流衝撃力実験Ⅱ、土木技術資料 23-11, 1981, pp. 37~42