

。愛知工大 正員 建部英博
愛知工大 正員 大根義男

1. はじめに

フィルダムの地震時の挙動については種々の研究が行われているがこれ等は堤体内部に着目し、すべり等の検討に重点が置かれているものが多い。筆者等が行った大型模型によるロックフィルダムの振動実験等によれば、堤体内での応答加速度は入力加速度よりかなり大きく、特に堤体上部や堤体表面付近で大きな振動が見受けられた。その為、堤体表面付近では沈下も大きく又ロック材の転がり出し現象等も発生している。この様な観点から今後、堤体の表層部を対象としたロック材等の静的、動的セン断強度の検討も重要であると考えられる。

本報告は堤体表層部のロック材のセン断強度をより現実に近い状態で知る為、傾斜した状態での直接セン断試験を行い、水平面上で行った直接セン断試験結果と比較し、その違いについて述べさらに大型振動台上に斜面セン断試験機を置き振動時のロック材のセン断強度について調べたものである。

2. 実験装置及び実験方法

実験に用いた斜面セン断試験機は図-1に示す様に上部可動型の直接セン断試験機であり、大型振動台上に固定されている。セン断箱の大きさは $90 \times 90 \times 90 \text{ cm}$ であり上箱と下箱との接触面はローラーにより摩擦が小さくなる様にしている。今回行った斜面セン断試験の傾斜角度は $0^\circ \sim 30^\circ$ 迄とし、上載荷重は表層部を考へ碎石の自重によるものだけ($15 \text{ cm} \sim 45 \text{ cm}$ 厚)として行った。又実験に用いた碎石は表-1に示す通り2種類の均一粒径のものについて、2種類の密度で実験を行った。動的セン断試験は振動台を加振する事により斜面セン断試験機全体を振動させ、この状態で加圧ジャッキを用いセン断力を加えた。振動数は 5 Hz 一定としセン断箱に取り付けてある加速度記録を応答加速度として以後の計算に用いた。尚振動台は水平加振であるがセン断箱では上下方向の振動も発生している。

表-1

		大	小
岩 質		硬質砂岩	硬質砂岩
粒 径		$15 \sim 25 \text{ mm}$	$5 \sim 15 \text{ mm}$
比 重		2.65	2.65
密	密度	1.51 t/m^3	1.51 t/m^3
	間隙比	0.76	0.76
緩	密度	1.42 t/m^3	1.39 t/m^3
	間隙比	0.87	0.91

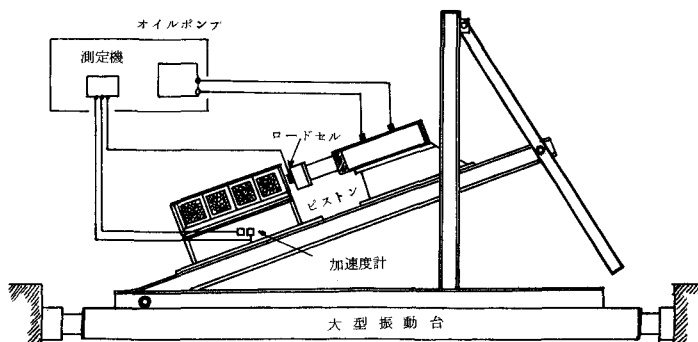


図-1

3. 実験結果及び考察

・静的セシ断試験結果： セシ断強度はセシ断面の傾斜を考へ次式により求めた。（図-2参照）

$$\tau = \frac{P}{A} + \gamma H \tan \alpha + \frac{W}{A} \sin \alpha - \frac{W}{A} \cdot f \cos \alpha$$

実験結果の一例を図-3に示すがばらつきも多い。このてを用いて $\tau = \sigma \tan \phi$ としてみかけ上の ϕ を求め、各傾斜角のものについてまとめた例を図-4に示す。これによると中は傾斜角度の小さい程大きい事が解る。この事は水平面での直接セシ断試験で求めた中を斜面上の中としてそのまゝ適用し設計計算等に用いるのは極大評価になる危険性があると考えられる。この傾斜角による見かけの ϕ の違いを説明する一方法としてダイレタンシー効果によるエネルギー補正を傾斜面に適用してみる。すなわちロック材を図-5の様に球と考えると層材AがX-Y面でセシ断される際には ΔH だけ上方へ移動しなければならない。その変位量は傾斜角の増加に伴い小さくなるものであり、その量は $\Delta H = 2R \{1 - \sin(60^\circ + \alpha)\}$ で示されその体積変化に対する抵抗力は $\sigma \cdot \Delta H / R$ で表わされる。

この体積変化に対する抵抗力を補正して求めた中とみかけの ϕ との対比例を図-6に示す。これによれば緩勾配の時には中よりかなり小さくなり、又斜面勾配の変化による中の変化はかなり小さくなる。しかし図-4にみられる様に粒径の大きなもの程、密なもの程中の値も大きく、又斜面勾配の影響も大きく受けている事を考えると今後、粒径や間隙比の項も加味する必要がある。

・動的セシ断試験結果： 動的セシ断強度は水平、鉛直方向の加速度記録の方向性を考慮し、震度法的に次式で求めこれに静的セシ断の場合と同様の補正を行い整理した。

$$\tau_d = \frac{P_d}{A} + (\gamma H \tan \alpha + \frac{W}{A} \sin \alpha - \frac{W}{A} \cdot f \cdot \cos \alpha) \left(1 \pm \frac{R \cos \alpha + V \sin \alpha}{980} \right)$$

図-7に結果の一例を示すがこれは水平方向加速度 a_h が 100 gal、鉛直方向 a_v が 50 gal の振動時の値である。これによれば静的な場合と比較して ϕ_d 、 ϕ_v は緩勾配の時は小さな値を示し急勾配ではほぼ等しくなっている。又 ϕ_d は斜面勾配によらずほぼ一定値を示している。これ等の事から斜面上の表層部ロック材のセシ断抵抗は体積変化の補正を行う事により震度法的考へ方が満足する様である。

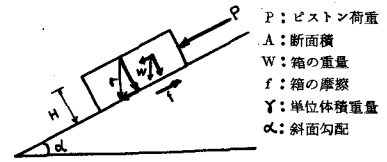


図-2

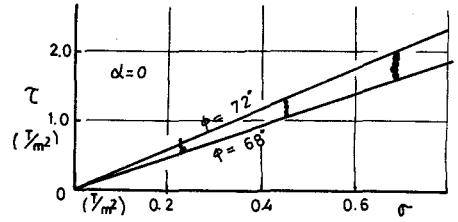


図-3

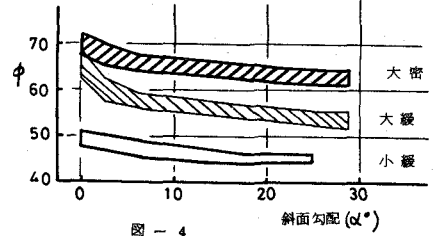


図-4

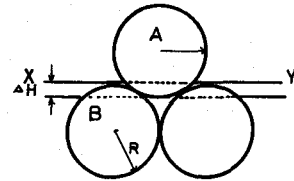


図-5

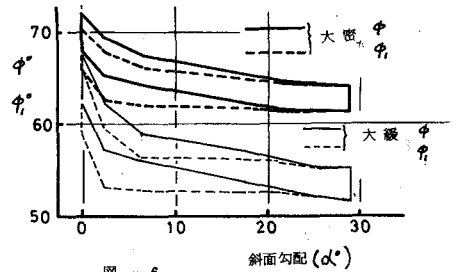


図-6

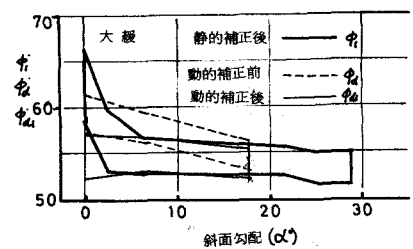


図-7