名古屋工業大学 正会員 孫 徳安・松岡 元

(株)関西電力 正会員 工藤アキヒコ

(株)ニュージェック 正会員 竹澤請一郎

Cam-clay モデルは、広く用いられている正規圧密粘土の弾塑性構成モデルである。実用目的で Cam-clay モデル をロックフィルダムの堤体材料(ロック材,フィルター材およびコア材)へ適用するにあたっては、少なくとも次の3つのことを考慮しなければならない。 モデルの3次元化。すなわち、3次元応力下での堤体材料の変形・強度特性を表現する。 堤体材料の正負のダイレイタンシー特性を表現する。 堤体材料の変形・強度特性の拘束応力依存性とは、ピーク時のせん断強度が $\tau_r = \sigma \tan \phi$ ではなくて $\tau_r = c + \sigma \tan \phi$ となることである。変形特性の拘束応力依存性とは、せん断時の応力比~ひずみ関係は拘束応力が大きいほど下がってくることである。著者らは、すでに上記の変形・強度特性を表現できる砂の弾塑性モデルを提案している¹⁾ので、ロックフィルダムの堤体材料の大型・中型三軸圧縮試験結果を用いて、提案モデルの堤体材料への適用性を検討する。

1. 堤体材料の三軸試験概要

図1にあるロックフィルダムに用いた3種類の堤体材料(ロック材,フィルター材およびコア材)の粒経加積曲線 を示している。ロック材(Dr=71.0%)とフィルター材(Dr=73.8%)に対して,大型排水三軸圧縮試験を実施した。供試体 の寸法は直径30cm,高さ72cmである。コア材(e₀=0.39)に対して,中型非排水三軸圧縮試験を実施した。供試体の寸 法は直径10cm,高さ20cmである。

2. 提案弾塑性モデルの概要

モデルの降伏関数を $\tilde{p} \sim \tilde{q}$ 平面で楕円と仮定し,次式で与える。

$$f = \tilde{q}^{2} + M^{2} \tilde{p}^{2} - M^{2} \tilde{p} \left(\frac{H}{C_{t} - C_{e}} + \tilde{p}_{0}^{m} \right)^{1/m} = 0$$
(1)

ここに, p̃,q̃は拡張 SMP 規準に基づく変換応力²による p,q である。H は硬化パラメーターで,その増分を次式で与える。

$$dH = \frac{M^4}{M_f^4} \frac{M_f^4 - (\hat{q}/\hat{p})^4}{M^4 - (\tilde{q}/\tilde{p})^4} d\epsilon_v^p$$
(2)

ここに、 \tilde{p}, \tilde{q} は拡張 SMP 規準に基づく変換応力 ³による p,q で ある。式(1)は、 $\tilde{p} \sim \tilde{q}$ 平面で楕円型の降伏関数に、式(2)の硬化パ ラメーターを用いて、次式で示す等方応力時のベキ数関数の硬 化則を代入して得られたものである。

$$\varepsilon_{v}^{p} = (C_{t} - C_{e}) \{ p_{x} / p_{a} \}^{m} - (p_{0} / p_{a})^{m} \}$$
(3)

ここに, p_a は大気圧, C_i, C_i, m は地盤材料の等方圧縮・膨張特性を 表す材料パラメーターである。

3. 堤体材料へのモデルの適用

図2は、堤体材料の等方応力載荷時の体積ひずみ~平均主応力 関係をべき数関係と仮定して整理したものである。同図より、 _v~(p/p_a)^mの関係はほぼ直線関係を示していることがわかる。図 3は、ロック材とフィルター材の側圧一定の排水三軸圧 縮試験とコア材の側圧一定の間隙水圧を測定した非排 水三軸圧縮試験によって得られた破壊時のモールの応 力円とその包絡線を示している。同図より、直線の破壊 線を引くと見かけの粘着成分 c が少しあるのが見られ

フィルダム、堤体材料、弾塑性モデル、大型三軸試験、粗粒材



凶 2 堤 仲材 种切寺 力圧 細 友 形 苻信

表1堤体材料のモデルパラメーター

	М	M _f	₀ (kPa)	m	C _t (%)	C _e (%)
ロック材	1.70	1.72	84	0.8	0.335	0.20
フィルター材	1.65	1.61	80	0.6	0.866	0.50
コア材	1.45	1.47	42	0.5	2.14	1.28

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町名古屋工業大学社会開発工学科・電話番号:052-735-5483 · FAX 番号:同左

る。表 1 にはモデルの予測に必要な材料パラメーターの値を示す。ここで, C₁, m は図 2 より直接決定できるが, C_e は豊浦砂の実測した C₁ と C_eの関係(C_e ≈ 0.6C₁)を参考して推定された。 M_r, σ_0 は図 3 による c, の値より M_r = 6 sin $\phi/(3 - \sin \phi)$, $\sigma_0 = \operatorname{ccot}\phi$ を用いて決定した。 M の値については, 側圧一定の三軸圧縮試験による変相点 (dε_v = 0)の q/p の値より若干小さい値を用いることができる。

図4,5は側圧一定のロック材とフィルター材の排水三軸圧縮試験結果とモデル予測による応力~ひずみ関係を示している。図6は側圧一定のコア材の非排水三軸圧縮試験結果とモデル予測による応力~ひずみ~間隙水圧関係を示している。図4,5,6より、提案モデルは、ダイレイタンシー特性を含むロックフィルダムの堤体材料の変形・強度特性をうまく表現できるのが見られる。

参考文献 1)孫徳安・松岡元・本田秀樹(2000):拘束応力依存性を考慮した砂の弾塑性モデル,第 35 回地盤工学研 究発表会(掲載予定).2)Matsuoka, Yao & Sun(1999), Soils and Foundations,Vol.39,No.1, pp.81-95.3)孫徳安・松 岡元・姚仰平・一村政弘(1998),土木学会第 53 回年次学術講演概要集,第 部,pp.30-31.



