



【SERID研究会 会員】

NTCコンサルタンツ株式会社
基礎地盤コンサルタンツ株式会社
株式会社三祐コンサルタンツ
中央開発株式会社
内外エンジニアリング株式会社
日本工営株式会社
株式会社ウエスコ
株式会社クリアテック
ニタコンサルタント株式会社
五大開発株式会社
若鈴コンサルタンツ株式会社
株式会社ダイム技術サービス
キタイ設計株式会社
株式会社チェリーコンサルタント
株式会社エイト日本技術開発
協和調査設計株式会社
日本工営都市空間株式会社
株式会社ユニオン
株式会社テノックス
大日コンサルタント株式会社
阪神測建株式会社
株式会社米北測量設計事務所
サンスイコンサルタント株式会社
株式会社国土開発センター

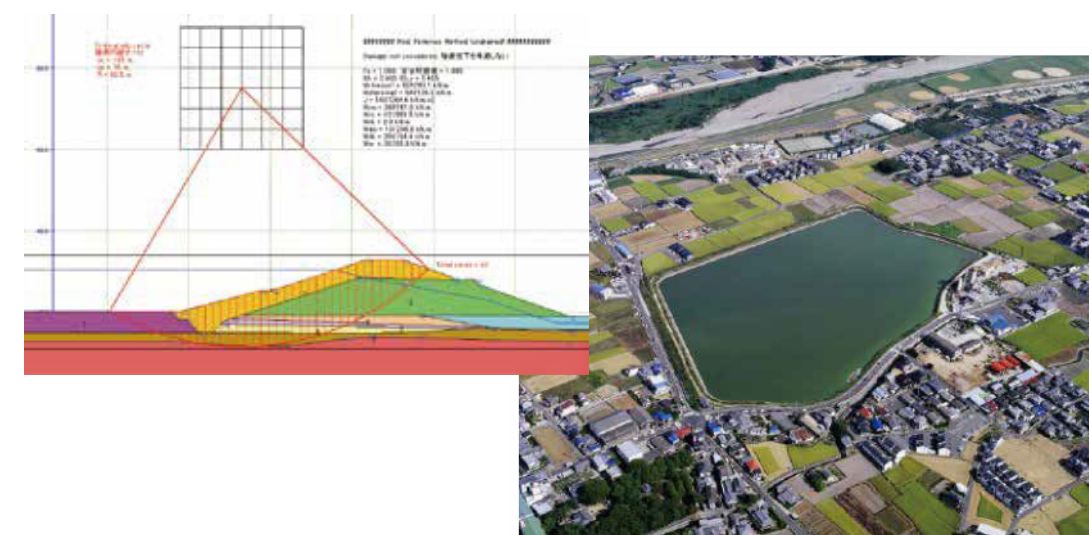
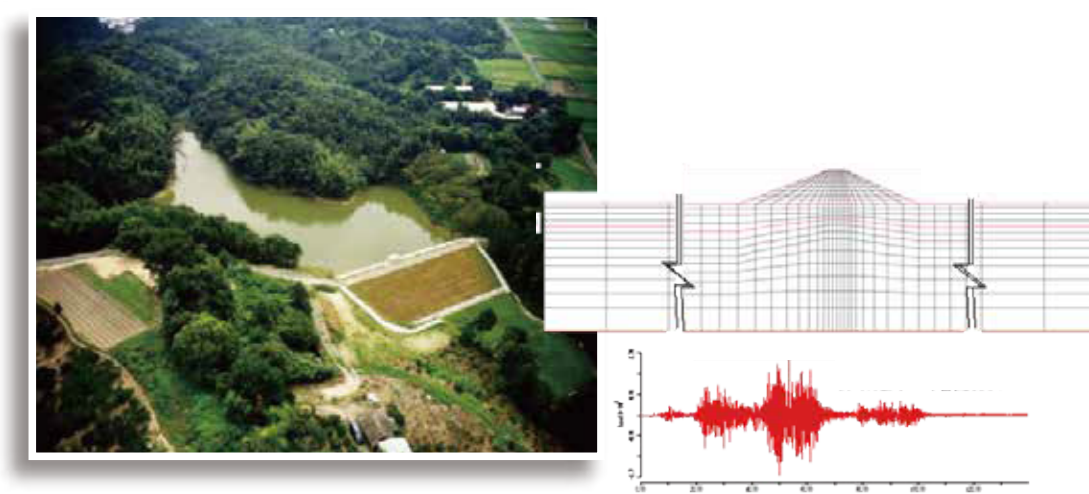
株式会社CPC
東邦技術株式会社
株式会社日設コンサルタント
応用地質株式会社
株式会社技術開発コンサルタント
株式会社復建技術コンサルタント
株式会社複合技術研究所
呉調査設計株式会社
構営技術コンサルタント株式会社
株式会社エーシーエンジニアリング
中央コンサルタンツ株式会社
株式会社オリエンタルコンサルタンツ
パシフィックコンサルタンツ株式会社
応用技術株式会社
株式会社ホープ設計
株式会社三栄コンサルタント
株式会社大江設計
復建調査設計株式会社
株式会社日本インシーク
豊栄コンサルタント株式会社
日中コンサルタント株式会社
株式会社パスコ

会員：46社(2023年12月現在)



『ニューマークD法』による ため池堤体等の地震時強度低下を考慮した変形解析システム

【「ため池整備指針」(H27.5)に記載のため池堤体のレベル2地震動に対する 耐震照査法】



写真は『土地改良事業設計指針「ため池整備」平成27年5月1日農林水産省』より



【お問い合わせ先】
http://www.serid.jp/ ☎ 03-5368-4104 📠 03-5368-4105
〒160-0004 東京都新宿区四谷1-23-6 協立四谷ビル5階 (株)複合技術研究所 内
担当: 矢崎 澄雄, デュッティン アントワン



2023年度版

1

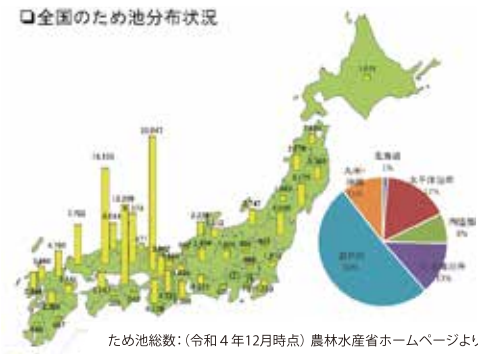
ため池の現状と被災例

全国のため池の現状

全国に約15万ヶ所あると言われているため池。全国のため池の約70%は江戸時代以前に構築されたもの、もしくは築造年代が不明なものであり、その大半は、各地域において近代的な設計指針が整備される以前に、試行錯誤を繰り返しながら得られた経験的な技術をもとに構築され、現在に至っています。

農林水産省によれば、下流に人家や公共施設等があり、決壊した場合に影響を与える恐れのある防災重点農業用ため池(農業用ため池のうち、決壊により周辺区域に人的被害が及ぶことが懸念されるとして、特措法に基づき都道府県知事が指定したもの)は、令和3年7月末現在54,610ヶ所あるとされています。

- 全国のため池：約15万ヶ所
- 貯水容量1,000m³以上が約50%
- 江戸時代以前に構築が約70%
- 中規模ため池が約50%
- 多くは人力施工
- 堤体土質分類、品質・性能が不明
- 経年的な老朽化の進行
- 防災重点農業用ため池：約5.5万ヶ所



都道府県 県名	ため池 総数	防災重点農業 用ため池総数	都道府県 県名	ため池 総数	防災重点農業 用ため池総数	都道府県 県名	ため池 総数	防災重点農業 用ため池総数	都道府県 県名	ため池 総数	防災重点農業 用ため池総数
北海道	1,979	126	東京都	15	7	滋賀県	1,440	527	香川県	12,269	3,049
青森県	1,694	415	神奈川県	20	2	京都市	1,486	612	愛媛県	3,147	1,755
岩手県	2,365	868	山梨県	123	89	大阪府	3,902	3,178	高知県	389	222
宮城県	5,175	519	長野県	1,896	670	兵庫県	22,047	5,972	福岡県	4,760	3,560
秋田県	2,676	1,018	静岡県	631	450	奈良県	4,228	964	佐賀県	2,660	1,419
山形県	1,083	370	新潟県	2,747	653	和歌山県	4,739	1,953	長崎県	2,948	718
福島県	4,040	1,414	富山県	1,812	559	鳥取県	971	315	熊本県	2,306	873
茨城県	1,273	36	石川県	2,229	1,195	島根県	5,014	1,305	大分県	2,141	1,042
栃木県	484	218	福井県	652	381	岡山県	9,373	4,105	宮崎県	657	410
群馬県	490	191	岐阜県	2,234	1,399	広島県	18,155	6,846	鹿児島県	644	245
埼玉県	468	244	愛知県	1,921	1,035	山口県	7,702	1,320	沖縄県	67	46
千葉県	1,253	387	三重県	3,304	1,566	徳島県	542	362	—	—	—
防災重点農業用ため池総数：（令和3年7月末時点）		農林水産省ホームページより						合計		152,151	54,610

3

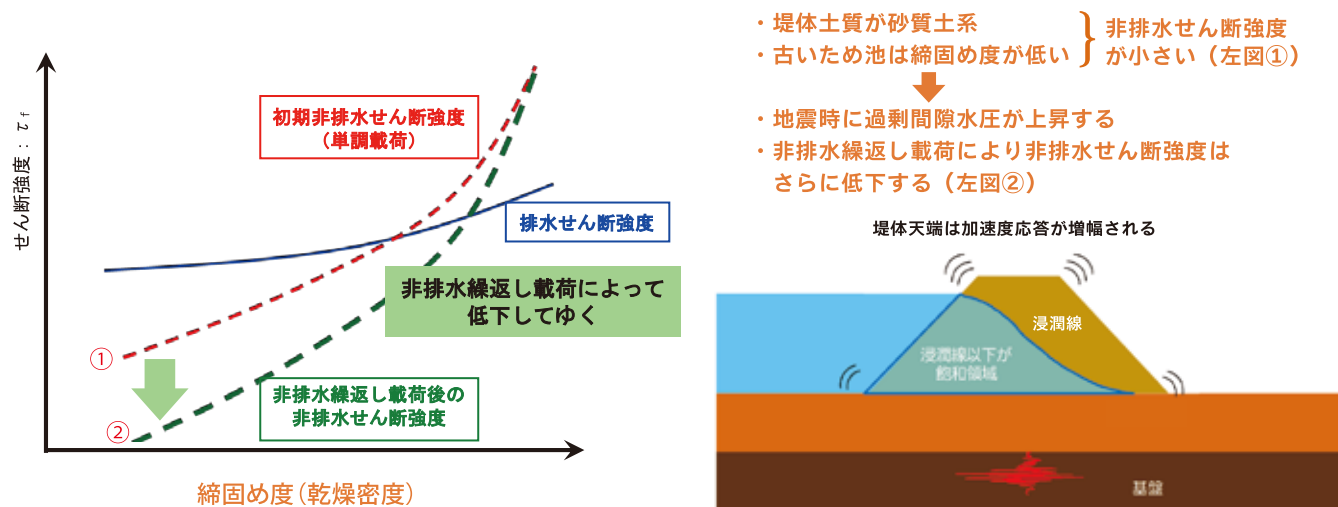
なぜ『ニューマークD法』なのか？

『ニューマークD法』とは

ため池については、近代的な設計・施工方法で築造されていないものが多く、砂質土材料で締固めが十分に行われていない場合もあります。その場合は、長時間継続する地震動によって堤体土の強度が時間の経過とともに低下することがわかっています。このことから、地震動による堤体土の強度低下を考慮した耐震計算法によって検討する必要があるとされています。

この地震動による堤体土の強度低下を考慮した塑性すべり解析法が『ニューマークD法』と呼ばれる解析手法です。『ニューマークD法』は、飽和・非排水条件下の不規則荷重によって生じる堤体土の進行的強度低下を考慮して、地震時残留変形を求める方法です。

我が国のため池の多くは、近代的な設計指針が整備される以前に築造されたもので、堤体は極めて緩い状態の場合が多いと思われます。緩い状態の砂質土は、非排水強度が排水強度よりかなり小さくなり、また、地震荷重のような繰返し载荷を受けると強度が極端に低下する特性を有しており、この状態の地震時強度・変形特性を適切に評価しなければ、ため池の耐震診断を合理的に行うことは出来ません。



東日本大震災で決壊した藤沼貯水池において、堤体土の非排水繰返し試験による強度低下モデルを用い、解析手法『ニューマークD法』で再現した結果、調査結果から得られた崩壊メカニズムを説明することができました。

【『ニューマークD法』による解析で考慮したレベル2地震動による決壊のメカニズム】

- ・最初に貯水池側ののり面の崩壊(複合すべり)が発生(すべり面が形成された)
- ・堤体は飽和状態にあり、地震時は非排水状態
- ・堤体土は締固めが緩い砂質土であったため、地震時に強度低下が生じた
- ・本震の継続時間が過去の地震と比較して非常に長かった

【耐震診断の計算法として『ニューマークD法』を採用した主な理由】

盛土は通常、すべり面が形成されて崩壊する。この点で、すべり面(層)の形成を前提とした円弧すべり面(層)の形成を前提とした円弧すべり安定計算法には合理性がある。

- ⇒ 『ニューマークD法』は、構造物の安定解析で一般的に採用されている極限平衡法による円弧すべり計算に基づき、すべり解析まで一貫した体系で行える。
- ⇒ 現実的なすべり面(層)の形成を再現できるFEM有効応力解析は、実務レベルでは十分確立されていない。

4

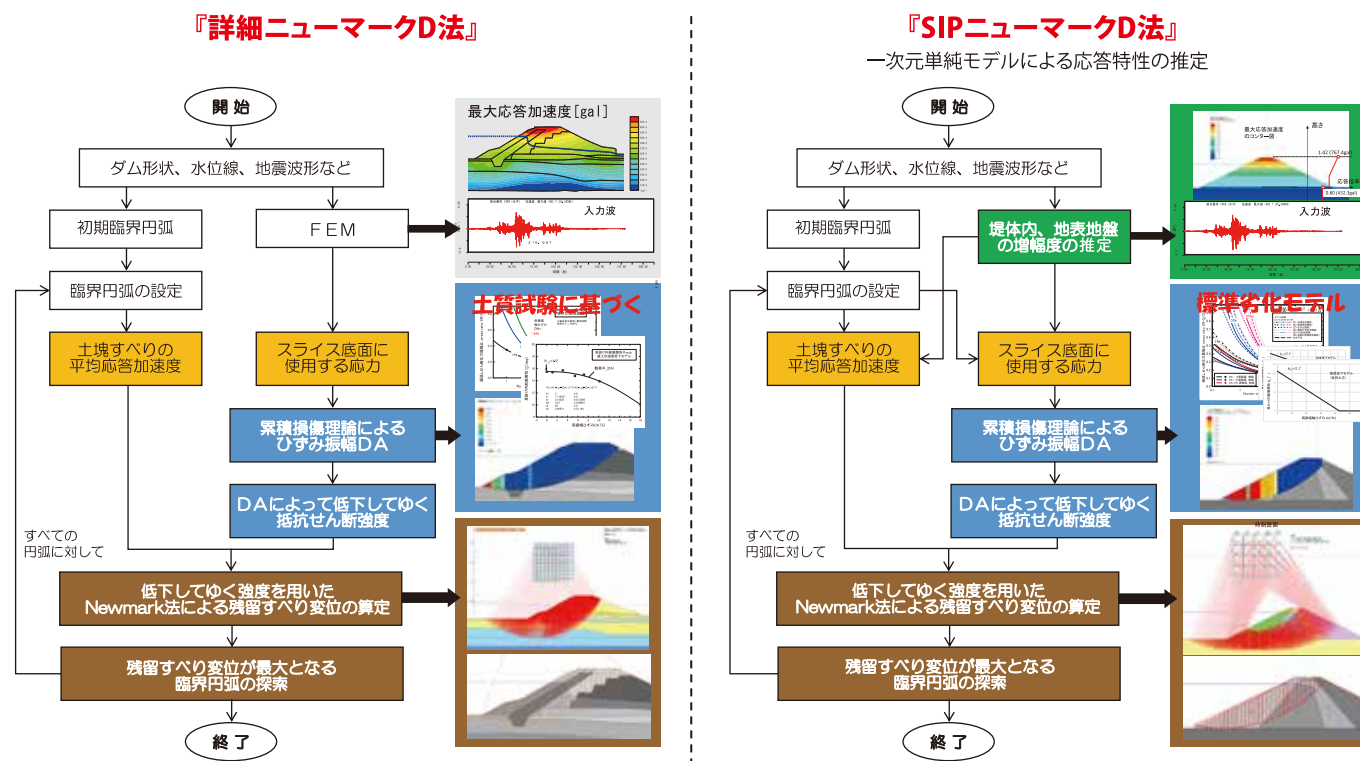
『詳細ニューマークD法』と『SIPニューマークD法』

『ニューマークD法』には、『詳細ニューマークD法』と『SIPニューマークD法』の2種類が用意されています。

『SIPニューマークD法』は、堤高5m未満の堤体、および堤高5m～10m未満の堤体でその構造が比較的単純(例えば、断面形状が左右対称で地層材質が均一など)で、地震時の挙動の予測に二次元FEM地震応答解析までは必要としない堤体に適用が可能です。

一方、堤高10m以上の堤体や、堤高5m以上で堤体構造が複雑(例えば、断面形状が左右非対称、地層構造が複雑など)で、地震時に複雑な挙動が想定される堤体では、『詳細ニューマークD法』の適用が推奨されています。

なお、『SIPニューマークD法』を適用した照査結果がNGとなりモデル化精度に問題があると判断される場合には、『詳細ニューマークD法』による追加検討が推奨されます。

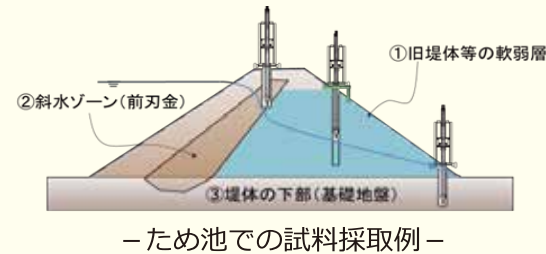


『詳細ニューマークD法』・『SIPニューマークD法』の適用上の一例

堤高	堤体の状況	適用する手法	必要な調査・試験	備考
H ≥ 10m		『詳細ニューマークD法』	・原位置試験(PS検層,密度検層,標準貫入試験等) ・乱れの少ない試料採取 ・動的変形試験 ・物理試験一式 ・締固め試験 ・『詳細ニューマークD法』適用に必要な室内土質試験一式	
5m ≤ H < 10m	堤体構造が複雑な場合	『SIPニューマークD法』	・原位置試験(PS検層,密度検層,標準貫入試験等) ・乱れの少ない試料採取 ・締固め試験 ・物理試験一式 ・三軸圧縮試験(圧密非排水)	堤体の地層構造および標準劣化モデルに適用する物性等を確認すること。
H < 5m	全ての状況			

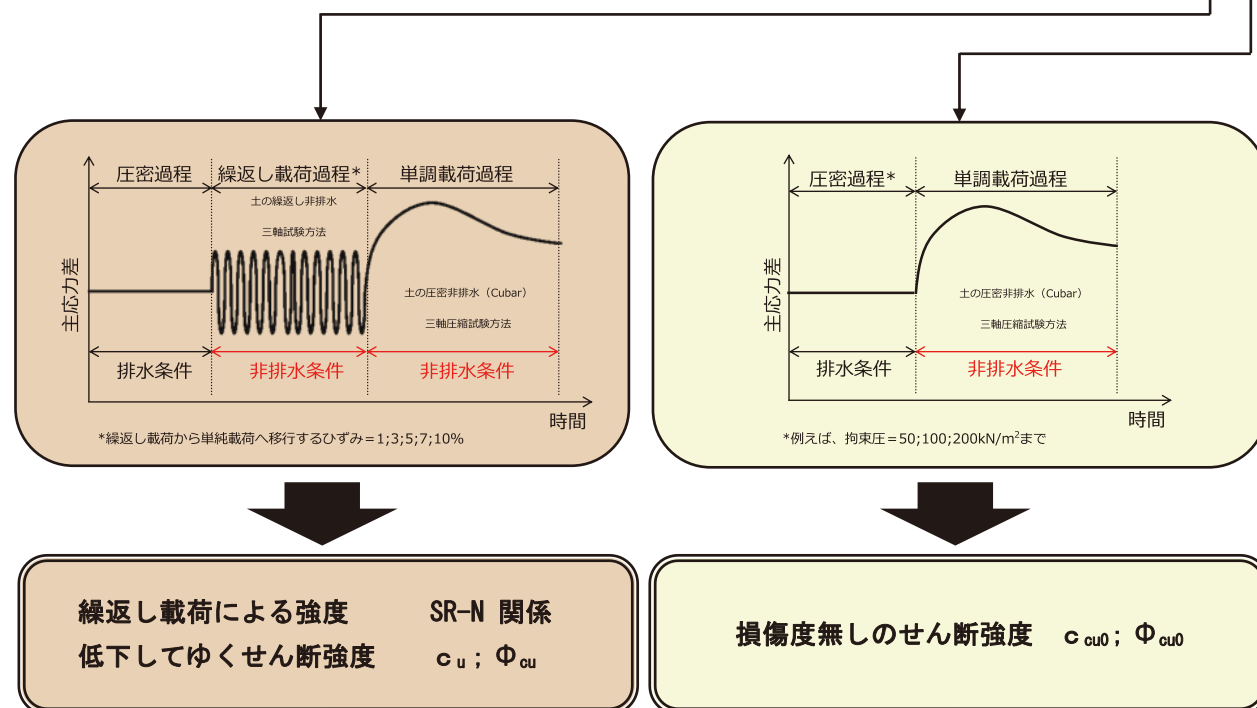
5 『詳細ニューマークD法』に用いる試験の種類・条件

『ニューマークD法』は、飽和・非排水条件下で、繰返し載荷による累積損傷によって生じる強度低下を考慮する解析方法です。解析に用いる条件として、以下に示す室内土質試験を実施して、繰返し載荷過程で生じる損傷（ひずみ）レベルに応じた強度低下を求める必要があります。



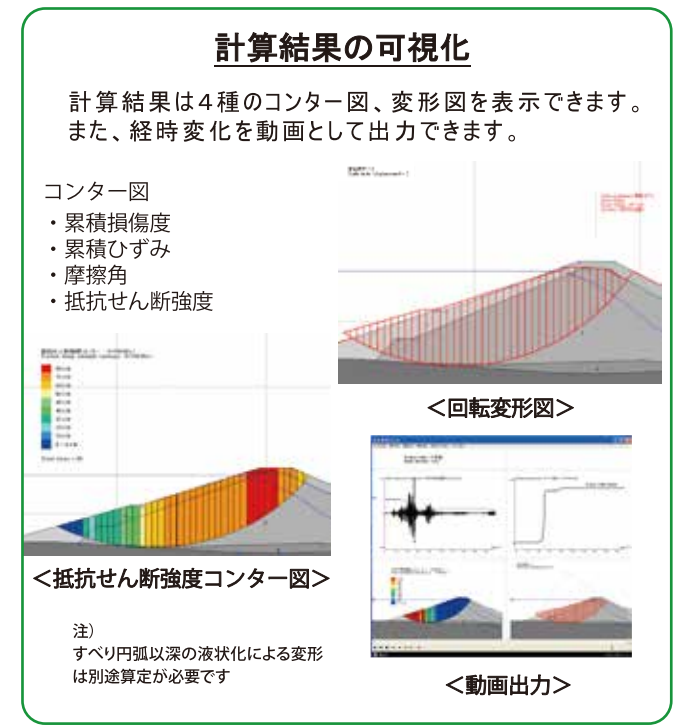
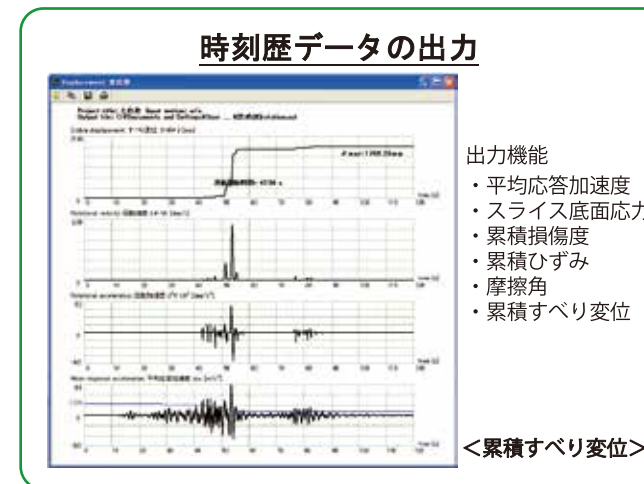
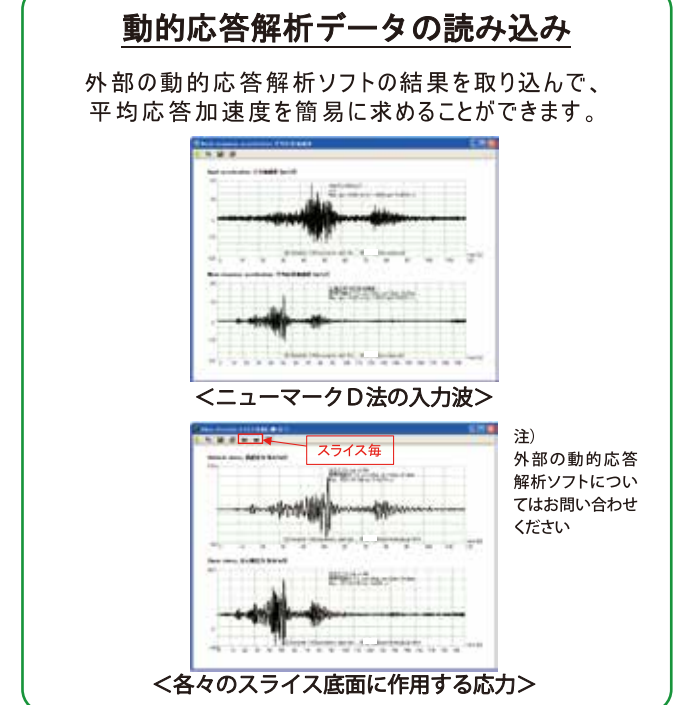
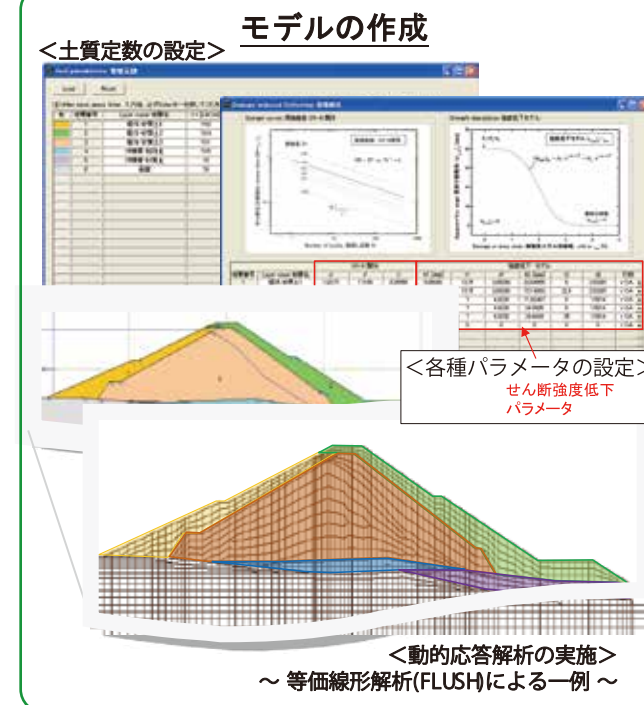
試験概要	拘束圧 ¹⁾ (kN/m ²)	繰返し 応力振幅 ²⁾ (kN/m ²)	繰返し載荷から 単調載荷へ 移行するひずみ (%)	
非排水 三軸圧縮 試験	50			損傷無し の強度
	100			
	200			
繰返し + 単調試験	100	30	10%	1. 非排水繰返し載荷過程で 増加する損傷を算出
		40		
		50		
		60		
		50	7%	2. 損傷の増加に伴って継続 的に低下する非排水強度 を算出
			5%	
			3%	
			1%	

- 1) 試料採取深さによって異なる
2) 損傷度無し
の強度によって異なる



6 解析ソフトSERID -地震時強度低下を考慮した変形解析-

安定計算式	修正Fellenius法
すべり面指定方法	繰返し円弧すべり(中心と半径/深度/never線の設定)
物性値設定	実験結果のパラメータフィットツールを搭載
耐震解析法	塑性すべり解析(ニューマークD法)
出力	変形モデル図、累積損傷度、累積ひずみ、摩擦角、抵抗せん断強度の時刻歴グラフやAVI出力



動作環境	
パソコン	Windows 7/8/10 が作動する機種
基本ソフトウェア	Windows 7/8/10
CPU/メモリ	Intel Core i7 (推奨) / 2GB以上 (推奨)
ハードディスク	約 5GBのディスク領域を使用