The Japanese Geotechnical Society

1990年6月20日のイラン，マンジル地震の土質工学的諸問題

石原研而・S.M.ハエリ・A.A.モィンファー・東畑郁生・辻野修一

キーワーズ：液状化／震害／地震／地すべり　IGC：B4／D7

1990年6月20日に発生した，イラン，カスピ海南部地帯の地震により，地すべりや液状化による被害が目立った。カスピ海に注ぐスヒドラド川の沖積デルタ地域では広範囲にわたって液状化が発生し，民家や井戸，灌漑用水路に大きな被害が生じた。また，震源付近の山岳地帯では大規模な地すべりが数か所で発生し，多くの人命が失われた。地震自体の規模，被害範囲，震度分布等をまず紹介し，次に，土質工学に関係のある被害に触れ，更に，地盤調査の結果と照らし合わせて被害の特徴を考察，検討したのが本論文である。一つの結論として，軟弱な沖積層が30～40mも堆積している河川下流域のデルタ地域では，長周期の地震動が増幅され，そのために，地表近くの数m厚さの砂質土が液状化しやすいことが指摘された。地すべりについては，山頂部の風化土の厚い所で，加速度の強烈さも手伝って，大きなすべりが発生しやすい等，地震特有の地すべり形態がありうることが指摘された。(英文，図：33，参考文献：5)

液状化により発生する地盤永久変位のメカニズム

佐々木康・東畑郁生・常田賢一・山田和彦・松本秀應・溜　幸生・佐谷祥一

キーワーズ：液状化／砂／地震／変形／模型実験　IGC：E8／E41

地震で液状化した地盤の側方永久変位の性質を調べるために，振動台を用いた模型実験を行った。地盤の変形を観察することにより，次のようなことがわかった。まず，永久変位は液状化砂層の大せん断変形の結果として起こり，変位の方向は，位置と全応力の両成分から成る全ヘッドの勾配に一致する。液状化砂層の水平変位は，その下端でゼロ，上面で最大値をとる特性があり，地表の不飽和層との間にすべりは起こらない。また，局所的な地形と全体的な地形は同じく重要な影響を及ぼす。そして，地震動による慣性力は液状化層厚やその継続時間を支配はするものの，永久変位に関しては重力ほどには重要でない。このような知見は，液状化した地盤が剛性の無い液体として振舞う，と考えれば容易に理解することができ，永久変位量の予測法を開発する上で重要なヒントとなる。(英文，図：29，表：4，参考文献：15)

エネルギー原理にもとづく，液状化地盤の永久変位量の予測

東畑郁生・佐々木康・常田賢一・松本秀應・溜　幸生・山田和彦

キーワーズ：液状化／地震／耐震／動的／変形　IGC：E2／E13

地震で液状化した地盤の永久変位量を解析的に予測する方法を取り扱っている。ここで言う永久変位とは，液状化した地盤が側方に流動できる状態が十分長く続いた時に到達する最終変位量のことを指し，最悪の状態とも呼べる。まず既往の研究および著者らがこれまで開発して来た予測法を概括した後，振動台実験の観察から新しい，よりすぐれた解析法を得る糸口を導き出している。液状化した地盤が側方へ流れる時に示す特徴的な幾何学的性質を提示し，これをエネルギー最小の原理と結びつけることにより，典型的な変分原理の問題とした。これを解析的に解き，永久変位量を，厳密性を損なうことなく容易に予測できる式を得た。この式を用いてパラメトリックスタディーを行うとともに，いくつかの実地震害の例にも適用し，簡易な土質定数の評価のみで実測値と良い一致を得られることを示した。(英文，図：24，写真：1，参考文献：34)

ゆるい砂と密な砂についての浸透破壊実験とその解析

浅岡　顕・小高猛司

キーワーズ：砂質土／支持力／室内実験／浸透／土の構成式／破壊／変形／飽和土／有限要素法　IGC：E3／E7

破壊問題を以下の4とおりに分類する。(Ⅰ)ゆるい砂または正規圧密土の完全排水条件下での載荷，(Ⅱ)同上砂の完全非排水条件下での載荷，(Ⅲ)密な砂または超過圧密土の完全排水条件下での載荷，(Ⅳ)同上砂の完全非排水条件下での載荷。土の限界状態での構成関係に基礎をおく，水～土連成の極限つり合い解析は，これら4つの破壊問題の内，typeⅢを除く3つの問題を区別して取り扱うのに適していることが，実験の解析を通じて示される。実験はシルト質土（野間砂）を用いて浸透力による載荷を採用し，平面ひずみ条件で室内において行われた。砂質土の透水係数が適切で，載荷速度を適切に制御することにより，室内実験は上述の4つの型の破壊問題を明確に区別して再現することに成功している。(英文，図：23，表：4，参考文献：6)

ピサの斜塔：その土質工学理論と模型実験

J. Grabe and G. Gudehus

キーワーズ：破壊／破壊確率／ピサの斜塔／模型実験　IGC：E3／E12／E14

ピサの斜塔は歴史上有名な建築構造物である。特に，土質工学にとっては興味のある地盤－構造物である。本論文では，まず今日のこの斜塔に至る歴史的推移が土質工学的に研究されている。すなわち，過去3度にわたる建設（第1回目；1173—1178年，第2回目；1272—1278年，第3回目；1360—1370年）によって，その都度地盤が破壊したとして考察を進めてみたところ，塔の傾度（鉛直軸とのなす角）と時間の関係が見出され，現在の傾度が5.5°になった

NII-Electronic Library Service

The Japanese Geotechnical Society

背景が明らかにされた。さらにこの現在の傾度がもたらされた状況を具体的にシミュレートしてみるために模型実験（縮尺比1/130）が行われた。一連の実験によれば，さらなる乱れ（外力の作用）がなくても，傾度5.7°で確実に塔は倒壊することがわかった。現在の傾度5.5°に極めて近い値である。また，併せて行った破壊確率に関する検討からも，ピサの斜塔の安定性は極限に近い状態であり，このままでは倒壊することが予測されるとしている。（訳：三浦清一）（英文，図：7，参考文献：12）

浅いアンカーの挙動に及ぼすアンカー・プレートのフレキシビリティーの影響

M.A. Abel Rahman, M.A. Othman and T.B. Edil

キーワーズ：アンカー／アンカー・プレートのフレキシビリティー／数値解析／砂／引抜き抵抗／模型実験　**IGC**：E12／E13／E14

砂中に埋設された浅いアンカーの挙動に及ぼすプレート・アンカーのフレキシビリティーの影響について，数値解析と模型実験の両面より検討を加えた。弾塑性構成モデルを用いたＦＥＭ解析においては，アンカーの引抜き抵抗や，アンカー・プレートと周辺地盤の変形モードがアンカー・プレートのフレキシビリティー（厚さ）に大きく依存することを明らかにした。また，土槽を用いた模型実験においても，砂地盤の密度やアンカー・プレートの厚みに，引抜き荷重～引抜き量の関係が大きく影響を受けることを示した。剛なアンカー・プレートの場合にはパンチング破壊が，フレキシブルなアンカー・プレートの場合はプレートも大きく変形して破壊が進行的であることがわかった。後者の場合，引抜き荷重は高くなるものの，その引抜き量も大きくなり，構造物の機能に応じて適切なアンカー・プレートの剛性を決める必要がある。（訳：谷　和夫）（英文，図：10，表：2，参考文献：19）

波力によるケーソンの転倒

関口秀雄・大槇正紀

キーワーズ：繰返し荷重／港湾／動的／破壊／変形　**IGC:** E2／E8／H7

本論文は，捨石マウンド上に設置されたケーソン構造物の波力に対する安定性，特に転倒に関する安定性を論じたものである。まず，正弦的な波力変動に対するケーソン後趾まわりの運動解析を行い，ケーソンの転倒に必要な超過荷重係数と来襲波浪の周期，およびケーソン断面諸量との関係を理論的に明らかにしている。ついで，実際のケーソン式混成堤の高波による被災状況を詳しく分析している。すなわち，当混成堤の工区Ｂにはケーソンの転倒被害が集中する一方，工区Ｃではケーソンの滑動被害は著しいが，転倒したケーソンは皆無であること，またケーソン断面を比較すると，工区Ｂのケーソンの方がややスレンダーであることを指摘している。さらに，来襲波の強さがちょうど，ケーソン断面の差を際立たせる程度であったとの視点から，提案理論に基づいて，来襲波による起動モーメント値を推定している。その結果を既往の波圧公式と結びつけることにより，来襲波の波高値の推定も可能としている。（英文，図：17，参考文献：5）

繰返しひずみ履歴による粘性土の間隙水圧モデル

Neven Matasovic and Mladen Vucetic

キーワーズ：間隙圧／繰返し荷重／限界ひずみ／単純せん断／動的／粘土／モデル化　**IGC**：D7

非排水条件下で，繰返しひずみ履歴を受ける粘土の間隙水圧挙動の予測モデルを，繰返し単純せん断試験結果に基づいて提案した。本予測モデルにおいては，間隙水圧挙動への影響因子として，従来より用いられている繰返しせん断ひずみの振幅（γ_c），繰返し回数（N），過圧密比（OCR）のほかに，新たに限界せん断ひずみ（γ_{tv}）を導入した。限界せん断ひずみとは，それ以下のひずみレベルでは，工学的に意味のある過剰間隙水圧が発生しない限界を表すものである。本研究においては，繰返しせん断時の粘土のマイクロストラクチャーや粘土粒子間の相互作用が十分把握されていない現状を考慮し，これら４つの要因に基づく実験結果の単純なカーブフィッティングより間隙水圧挙動を予測することを試みた。また，地震動や海波による自然地盤の挙動をシミュレーションするための本モデルの既存解析手法への導入についても，簡単な検討を加えた。（訳：岩野政浩）（英文，図：17，表：2，参考文献：29）

アルミ棒積層体の主働土圧実験と簡便な構成式にもとづく解析

鵜飼恵三

キーワーズ：砂質土／主働土圧／塑性／土の構成式／模型実験／有限要素法　**IGC**：E5

アルミ棒積層体を裏込め材として有する主働土圧実験を行い，弾塑性FEMによる予測結果と比較した。本研究では，擁壁が大きく傾き，裏込め材が破壊に至った状態に加えて，破壊に至るまでの土圧と変形の関係にも着目し，検討を行った。得られた結論は次のようである。(1)すでに提案している粒状体に対する簡便な構成式のうち，双曲線型の応力・ひずみ関係式と，ヤング係数と拘束圧の関係式に対して修正を加え，より合理的な関係式を新たに提案した。これらの提案式がアルミ棒積層体に対して精度よく成り立つことを，二軸応力試験機を用いた要素試験により確めた。(2)裏込めにアルミ棒積層体をもつ転倒主働土圧実験を行い，土圧と壁変位の関係，裏込め内に生じる最大せん断ひずみの分布，および裏込め表面の変化を実測した。次に，本研究で提案した簡便な構成式にもとづく弾塑性FEM計算を行い，以上の土圧実験結果が精度よく予測されることを確認した。（和文，図：19，表：5，参考文献：16）

NII-Electronic Library Service