

あろう。

## 動的問題

### 一般報告

豊橋技術科学大学 栗林栄一

293 砕石ドレーンに用いる砕石の粒度分布について（中島・伊藤・大北・島岡）

294 グラベルドレーンや高密度領域による耐液状化基礎工法の模型振動実験（宮本・畑中・鈴木・鈴木・矢村）

295 大型土槽による飽和砂地盤の液状化試験（細川・山下・勝又・武田・高橋）

296 盛土の液状化被害防止対策に関する振動試験（那須・藤沢・匹本・海野・福島・朝倉）

297 液状化対策としての砕石ドレーンにおけるドレーン幅の影響について（三原）

298 グラベルドレーンの効果解析シミュレーションの方法（尾上・森）

299 液状化防止対策としてのグラベルパイル工法についての基礎的研究（大原・山本・小坪）

上記7編は地震時における地盤の液状化、ひいては沈下などを防止ないしは抑止し構造物や盛土の安全性に及ぼすグラベルドレーンの効果の合理化、効用の最適化を狙っている研究である。

研究の範囲は①同ドレーンの素材としての砕石の粒度の最適化、②同ドレーンの配置・構成の最適化、③同ドレーンと他工法との機能比較、④実在する盛土を対象とした同ドレーンを含む各種補強工法の機能比較、⑤同ドレーンの効果を予測する手法の開発などにわたっている。

天然の材料による地盤改良という古来の知恵を科学的かつ技術的に分析しようと図っており、今後の技術開発が工法の普及につながると思われる。しかしながら、同ドレーン工法は重要な施設にのみ適用されているのが現状である。今後、基礎工や共同溝や高架橋などとの比較に耐えるような地盤改良や、またそれによる小孔径の外套埋設管や盛土の技術へと発展することを期待したい。

次に各々の研究の要点を紹介しよう。

293 ドレーンに要求される排水性能と目詰まりの防止という矛盾する機能を兼備した砕石の粒度を既往の研究や実績を参照しながら実験によって求め、次の選定規準を提案した。①地山透水係数比を400前後とし、② $20 D_{s15} < D_{F15} < 8 D_{s85}$ とする。

294 振動台上の土槽（ $1.6 \times 0.3 \text{ m}$ ）に深さ40 cmで相対密度が約50%の砂層を豊浦標準砂でつくり、4種の地盤改良工法を施し、建物に相当する重量物の加振後の沈下量から、効果を測定した。沈下量は①砕石ドレーンで最小、続いて②締固め、③連壁、④無処理の順。砕石ドレーンと締

固めは微差であった。

295 ドレーン工法の効果を確認するため振動試験装置を作製し、その機能の確認試験を行い、人工砂層に振動による液状化現象を起こすことに成功した。なお、土槽は $6 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ 、砂層の深さは4 mの定置式で両端の壁面をアクチュエーターで加振し、せん断ひずみを生じさせる。

296 地震時の地盤の液状化による盛土の沈下に関して地盤の層序と粒径、対策工の効果の観点から模型振動実験を行い、次の結論を得た。盛土の天端の沈下量は①粘土と砂の互層で最小、続いて②シルト地盤、③砂層の順で、対策工法別では①シートパイルが最小、つづいて②排水パイプ、③ドレーンの順であった。

297 沖積砂層に貫入している半地下構造物の振動台上の土槽に作製した模型の振動実験から、次の結論を得た。①ドレーン幅が狭い場合にはロッキングが生じ、最後に沈下とともに残留水平変位を示す。②ドレーン幅を大きくすることにより、上記の両者を大幅に減じることができる。③設計では水平変位の抑止も考えるべきだ。

298 多層系の地盤に施したグラベルドレーンの効果を評価するために繰返しせん断応力を受ける連続体中の水の流れを考慮した軸対称問題の試算例を実測値と比較した結果、ウェルレジスタンスを考慮すれば、定性的にも定量的にも繰返し応力の負荷時間と過剰間隙水圧比の関係は両者においてほぼ一致した。

299 整数回ごとの砂質地盤の繰返しせん断応力を多質点の振動系で求め、一方、グラベルドレーンによる水の浸透拡散を間隙水圧の変動として求め、ドレーンの効果の影響範囲を求めるとともにそれに到るまでの地震動の加速度の大きさと周期の影響を求めた。

名古屋大学 松澤 宏

300 基礎杭の地震時最大ひずみに対する回帰式の検討（田蔵・中松・清水・木全・古川）

301 観測記録に基づく道路橋基礎杭の地震応答解析（田蔵・中松・清水・若原）

302 基礎杭の地震被害に対する一考察（田蔵・中松・清水・木全・古川）

303 貯水槽基礎杭の地震時挙動観測（志波・石田・泉・横山）

304 比較的長周期の地震動観測によるLNG地下式貯槽の地震時挙動（草野・久保田・小山・渡辺）

305 大容量LNG地下式貯槽における地震観測とタンク・地盤の伝達特性（小山・渡辺・竹脇・吉田・奥村）

306 沈埋トンネル横断面の地震時のひずみ特性（清宮・西澤・横田）

## 一般報告

307 地震時側圧の記録(その2)(幾田・丸岡・青木・山下)

308 岩盤上コンクリートブロック振動実験における動土圧測定(久道・太田・丹羽・石田)

309 裏込め土を持つ剛体壁に作用する振動土圧(栗林・河邑・由井・志賀・佐々木)

発表の10編のうち、300~303は構造物の基礎杭に関する研究、304、305は大形LNGタンクの地震時挙動に関する研究、306は沈埋トンネルの地震時変形に関する研究、307、309は構造物に作用する地震時横方向土圧に関する研究、308は岩盤上の基礎に作用する動的底面反力の測定方法の開発研究である。308と309は現場または室内の実験であり、これらと301の理論研究を除く他の7編は、既設構造物を対象とした数多くの地震観測結果に基づく研究である。以下に、それぞれの論文の内容を紹介する。

300は既設道路橋の橋脚基礎杭の最大ひずみを、震央距離とマグニチュードの関数、および地表最大加速度の関数として求めた帰帰式を用いて、地震による杭の最大軸ひずみを推定し、これと許容軸ひずみとを比較して、基礎杭の耐震上の限界加速度を求めようとしている。

301は、橋脚基礎杭を対象に、杭先端を固定とし、フーチング前面に作用する抵抗土圧および群杭の効果を検討した地震応答解析手法を呈示し、杭頭部の変形には上部工に作用する慣性力が大きく影響し、先端部では支持層とその上にある地盤の剛性の差が関係することを示している。

302は、300で得られた地震観測記録に基づき、新潟地震および宮城県沖地震による基礎杭の被害について、杭先端部に生じた損傷は、支持層と上層の境界における地盤剛性の急変が起因したという新たな見解を示している。

303は大形貯水タンクのく体および基礎杭の加速度とひずみ、内容水の動水圧ならびに周辺地盤の加速度記録から、杭頭に生じるひずみは主として、タンクく体に作用する慣性力と動水圧とによる水平力および転倒モーメントによって発生し、更に観測記録の後半部に見られた長周期の波形は、内容水のスロッシングによることを示している。

304は、比較的長周期の地震動を受けた大形LNG地下タンクの上下端間および周辺地盤に、加速度の増幅が見られなかったことから、それぞれは一樣に運動したことを示している。更に、タンク側面に作用した側圧は加速度との相関性が大きかったとしている。

305は、304に隣接した大形LNG地下タンクの地震観測結果より、隣接タンク間を結ぶ方向の地盤振動にはタンク間の相互干渉の影響が見られたが、これに直交する方向ではその影響が見られなかったとしている。

306では、沈埋トンネルの横断面のひずみは、マグニチュードが大きいほど大きくなるが、軸方向ひずみよりも小であったという結果が得られている。更に、トンネル横断

面を梁要素に置換し、トンネルと周縁地盤間をばね要素で連結したモデルによる動的変形解析を示している。

307は、著者らが以前より実施している、超高層ビルの地下壁に作用する地震時側圧の観測結果の報告である。変動側圧は、地表面に近いほど大きく、また建物の地下2階における加速度との間には比例関係がないこと、更に変動側圧は長周期の地震動の場合に大きくなったことを示している。加速度との関係において、304と異なった結果が得られた点が注目される。

308は、岩盤上に打設されたコンクリートブロックの底面に作用する動的反力の測定法に関する実験であり、コンクリート下端までの距離が平均39cm、岩盤の不陸頂部から約10cm上方となるように、コンクリートブロック内に埋設した応力計により、底面反力がうまく計測できたとしている。岩盤上に設置された基礎に作用する底面反力の計測法として、今後の実用化が期待される。

309は、模型擁壁を用いた振動実験より、振動時の主動土圧の静的成分と動的成分は、ともに加速度に応じて増加するという従来の実験例と類似の傾向が見られるが、擁壁の重量によって異なる壁変位の様相によって、壁面に沿う動的成分の分布が異なることを示している。

本セッションで報告された地震観測結果は、いずれも貴重な資料であり、今後の効果的な活用が望まれると同時に、息の長い観測が継続され、構造物によっては、地盤の非線形性が問題となるような大地震における記録が採取されることが望まれる。討論の時間では、基礎杭先端部におけるひび割れはやむを得ないが、これは是非に関する討議、また306について、計算において鉛直方向の地盤変位を水平方向の1/4とした理由についての質問など、活発な討論がなされた。最後に、座長を勤められた東京工業大学教授の岸田英明博士より、地震を対象とした現場計測においては、結果の一般性を見いだすことの重要性、静的な調査により地盤特性を明らかにしておくことも重要であること、更に正確な記録を取り、第三者による利用が可能な形での記録の保存が望まれることなど、有意義な指摘がなされた。

東京大学 龍岡文夫

310 日本海中部地震による橋梁取付盛土の沈下の被害調査(森下・谷口)

311 青森県西部および秋田県北西部地域の液状化履歴とその特徴(古藤田・若松)

312 名古屋臨海地域における総合的災害危険度評価に関する研究(多賀・曾我)

313 1978年宮城県沖地震による河川堤防被害について(松澤・矢野・亀井)

314 能代市中心地域における震害と常時微動特性(森・浅田・原)

315 盛土の地震応答に及ぼす基盤表面の傾斜と入力地震波形の影響(那須・須長・藤沢)

316 傾斜地盤上の盛土の各種地震時安定解析の比較 (那須・須長・藤沢・海野)

317 地震による宅地盛土の残留変形予測 (桑野・石原・李・石原)

318 地震後永久変形解析法による粘土地盤上盛土の地震沈下量の計算 (松尾・唐沢・古賀)

319 盛土の地震時永久変形量に対する地盤条件の影響 (谷口・森本・荒岡)

本セッションの論文は312を除くと地盤・土構造物の地震被害の問題に関連しており、表-1のように分類できよう。両種の研究が相互補完的であるのは言うまでもない。この分野において現在でも疫学的研究が必要なのは、次の理由によると思われる。すなわち、地盤・土構造物の地震被害の力学的因果関係のモデルがきびしく試されることがあまりなく、信頼できる定量的予測手法がまだ確立していない。また仮に確立していても実際に適用するには原地盤

表-1 論文の大分類

	論文番号	土の応力・ひずみ関係	力学計算	データ数	手法の特徴
疫学的研究	310 314	用いない (注1)	行わない	多数	帰納的, 説明的。 原因と結果の間の力学的因果関係については不問(注2)。 現実に即した研究であり, 犯人(原因: 例えば地盤条件)を指摘するのが目的。
病理学的研究	315 315	用いる	行う	1ケースまたは数ケース	演繹的, 定量的。 「与えられた原因」からモデル化した力学的因果関係で結果を定量的に予測しようとする。

注1) 314の論文では短周期卓越周期に反映している。

注2) 314の論文では若干言及している。

が複雑で広大であり、その手法の必要とするパラメーターを決める調査の全面的実施は困難であるから、予備的な「ふるい」としての疫学的手法が必要となるからであろう。

土質工学において将来生ずることの予測の問題は次の3

つの種類のものがあると思われる。第1は「地盤沈下量」などの変形量の予測であり答がそのまま示され、予測モデルの適否は必ず明らかにされる。第2は「斜面のすべり破壊」などの土塊の破壊の予測であり、答が全面的に示されるとは限らない。仮に予測安全率が1.4であり「こわれない」と予測して実際にもこわれなくても真実の安全率は不明である。第3は「地盤・土構造物の地震時の変形、破壊」の予測であり、答が出ることはほとんどない。予測に用いた荷重がほとんど来ないのである。このことが「この分野での定量的予測方法がきびしく試されることがあまりない」と言った理由である。

310の論文では、特に踏掛版は盛土と橋台の間の段差が地震時に生ずるのを防ぐために有効であり、地震直後の交通確保に有効である、といったことが示されている。311の論文では極めて詳細に地盤液化履歴が調べられており、その長年の努力には敬意を表したい。今後、これまでの膨大な調査の結果を用いて、定量的な研究への橋渡しの総括が行われることを期待したい。312の論文は内容がよく理解できないので論評を差し控えたい。313の論文では旧河道・旧落堀・干拓地上の河川盛土に震災が集中的に生じたことを定量的に示している。データ数とカテゴリー数の比が小さすぎないか、表層地質の泥・砂・礫などの層序まで考慮すべきではないか、という質疑があった。314の論文は液化化を含む地盤震害を常時微動特性から予測できないか、という目的を持ったものである。予測能力の向上のための今後の研究に期待したい。

315~319の論文に共通していることは、(1)土構造物に対する二次元の地震応答解析を等価線型化した土の変形特性、すなわち  $G, h \sim \gamma$  関係を用いて時間的には  $G$  と  $h$  は一定であるとして行っていること、(2)地震応答解析に用いる土の変形特性は全応力で記述されていることである。316の論

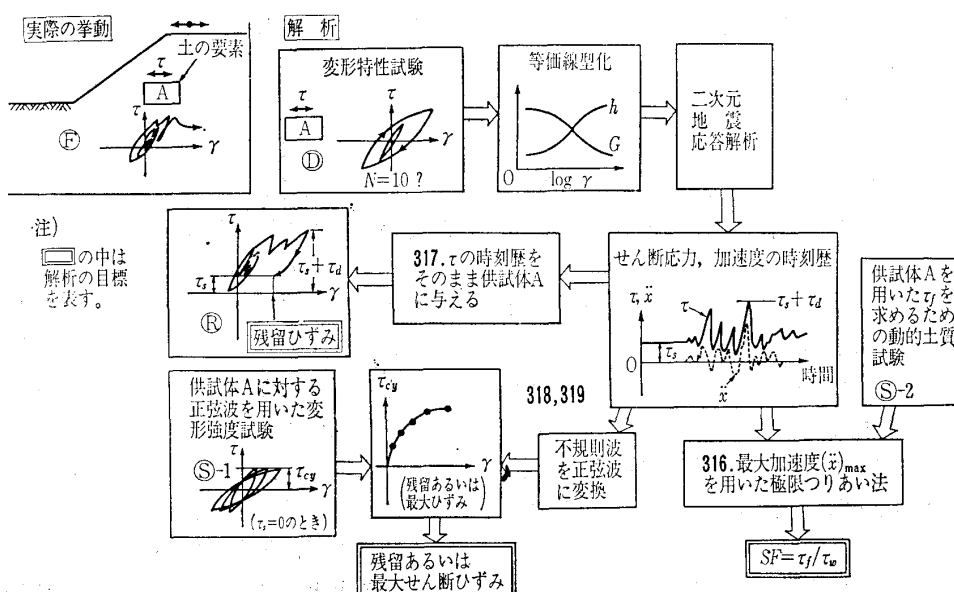


図-1 全応力法における各種の土の応力・ひずみ関係 (数字は論文番号)

## 一般報告

文では動的強度 $\tau_f$ を何らかの方法で求めて、作用応力 $\tau_w$ を各種の方法で求めて安全率 $\tau_f/\tau_w$ を求めるという極限解析の手法をとっている。計算で得られた最大加速度は非常に大きく、これと重力の加速度との比を震度とする震度法を採用しているため、極めてきびしい方法となっている。この方法は静的安定解析手法を拡張した方法であるが、研究が不十分な分野であり、設計者の立場からすると、もっと研究が行われてよいと思われる。質問に対して $\tau_f$ として静的強度を用いているということ、計算で得られた安全率の値そのものは公表できない、という回答があった。317～319の論文は変形量を求める解析であり、地震応答解析結果を適用して土のひずみ量を求める土の変形特性も全応力で記述されている。図-1にこれらの手法の流れを示したが、結局これらの「全応力法」においては何らかの近似が行われていて、この近似度の評価とは図-1に示す各種の応力・ひずみ関係①、②、③、④-1、④-2の間の整合性の評価に帰着する。これらの応力・ひずみ関係が一致していれば、その解析結果は正解である。317の論文では、質問に対して、図-1の③の応力・ひずみ関係は不飽和の供試体を用いて得られており、過剰間隙水圧は発生しなかったとの回答があった。

## 運輸省 善 功 企

- 320 簡易判定図表による砂質地盤上の盛土の地震時安定性評価の試み(横田・古賀)
- 321 人工島の地震時永久変形量の予測(大石・谷口・真鍋)
- 322 実地震波観測記録に基づくフィルダムの動的物性値の推定(長谷川・菊沢・松本)
- 323 杭基礎の振動による地盤の動的応答における杭の影響(岡本・榊・岩倉・腰原・溝上)
- 324 べた基礎の振動による地盤の動的応答解析(榊・岡本・岩倉・腰原・溝上)
- 325 地盤-構造物系の固有振動特性に及ぼす動的相互作用の効果(土岐・佐藤・中尾)
- 326 新離散化モデルによるフィルダムの地震時安定解析(三藤・竹内・川井)
- 327 模型斜面の静的破壊の数値解析(渡辺・五月女)
- 328 表層地盤の原位置せん断剛性測定システムの試作(大町・石井)

本セッションでは、9編の研究成果が発表された。これらの報告は、必ずしもすべてが同じ研究対象を取り扱ったものではなく内容も多岐にわたっているが、これらをいくつかのグループに分類すると、(1)地震時の斜面の円弧すべり、変形に関する問題を取り扱っている報告が4編(320, 321, 326, 327)、(2)フィルダム、地盤・構造物系および表層地盤の固有振動特性や動的変形・減衰定数に関する報告が3編(322, 325, 328)、(3)杭基礎やべた基礎の振動伝播特性に関する報告が2編(323, 324)である。なお、グループ

(1)の研究は、いわゆる簡易手法を用いたものと、有限要素法による数値実験手法を用いたものに分けられる。以下、各報告について紹介する。

まず、第(1)のグループのうち、320は、砂質地盤上の盛土斜面の地震時安定性を $N$ 値、想定震度を用いて簡易に評価する手法を提案しようと試みたものである。安定性の検討には、震度のみを考慮した場合と、発生間隙水圧のみを考慮した場合の円弧すべりを用いており、安全率としては、前者が1.0、後者は1.2を採用している。実際の被災例に対して検証した結果、妥当な予測数が全予測数の8割となったことが報告されている。321は、盛土斜面の地震時沈下量を簡易な手法により算出する目的で行われた研究である。研究の手法としては、震度法による円弧すべり面上の平均せん断応力比を、室内要素試験から求めたせん断応力比～永久せん断ひずみの関係にあてはめ永久せん断ひずみを求めている。さらに永久せん断ひずみから斜面を弾性体と仮定して鉛直ひずみを求めているが、この報告に対する討論では、永久せん断ひずみから弾性論を適用して永久変形量を求める手法は妥当ではないとの指摘がなされた。326は、地震時のフィルダムの有限要素法による安定解析法として、要素間に垂直応力とせん断応力に抵抗するスプリング要素を導入した解析手法について示したものである。解析の結果は、震度法による円弧すべり安全率と比較されており、この手法がやや安全側の値(10%以内)を与えることが示されている。なお、この研究において、筆者らも述べているように、スプリング要素の構成式に関する今後の研究を期待したい。327は、地震時の斜面の安定性を調べる目的で行われた室内模型実験と数値実験であるが、報告では、震度法に対応する模型斜面の静的破壊機構を、ジョイント要素を導入した二次元有限要素法で解析している。その結果、斜面のはく離やすべりによる変形・破壊の過程を、粘着力や内部摩擦角などの土質定数を適切に決定することにより模擬しうることを示している。

次に第(2)のグループであるが、322は、日本海中部地震の観測記録に基づき、フィルダム材の動的変形・減衰特性を数値実験により逆算し、繰返し三軸試験の結果と比較したもので、両者から求まる値が一致しなかったことが示されている。この原因についての質問に対して、数値実験の立場からフィルダムのモデル化の問題があげられたが、そのうち、二次元解析と三次元解析の違いはほとんどなかったとの答えであった。今後、この種の研究が活発に行われることを期待したい。325は、地盤・構造物系の固有振動特性に及ぼす動的相互作用の効果について理論的な考察を加えたもので、上部構造物の重量、高さの影響や5自由度系における解析、上部構造物の減衰を極端に大きくした場合の結果などが示されている。また、厳密解から近似解を誘導するとともに、近似解の誤差についての検討が行われている。328は、土のせん断剛性率を原位置において簡単

に測定するための装置の開発を目的として行われた研究である。装置の原理は、回転振動体を地盤と連成振動させその時の周期を測定し、振動体自身の周期と比較することによりせん断剛性率を求めるものである。現状では、本装置の適用は地表周辺部に限定されているようであるが、今後の開発成果が期待される。

最後のグループの323と324の報告は、機械基礎の振動に対する地盤の応答を調べたものである。323は、基礎直下に杭が存在する場合の周辺地盤の振動特性についての報告で、実用上、杭の影響が無視できることが示されている。324は、有限要素法による解析と一様弾性地盤の応答解析の精度について、野外模型振動実験の測定結果との比較において検討したものである。

以上、9編の報告について紹介したが、本セッションで発表された報告の主題が多岐にわたっていたため、必ずしも討論のしぼりこみができなかった。なお、いずれの報告も重要な研究テーマを含んでおり、今後の発展が期待できるものと思われる。

## 総括

### 京都大学 土岐憲三

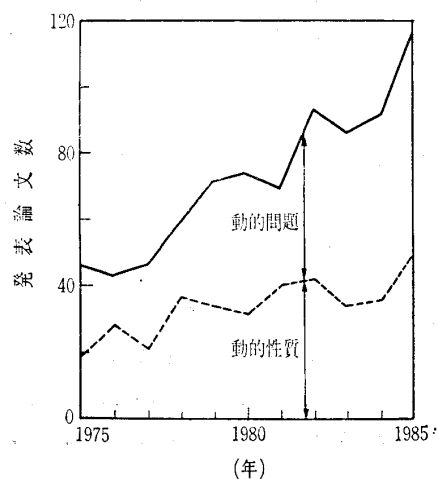
今回の研究発表論文670編のうち、動的性質と動的問題のセッションで発表された論文は前者が49編、後者が69編であり、両者の合計は全体の17.6%にあたる。また、この分野の最近10年間の総発表論文数に占める割合は14~17%であり、極端な増減は見られないので、継続的に多大な研究努力が注がれていることが分かる。この10年間における動的性質と動的問題に分類される論文数の増減は図に示すようなものであって動的問題への関心が高くなっていることがうかがえる。

293~328の論文の内容は多岐にわたっているが、問題の解決に対するアプローチは地震観測に基づいて実大構造物の地震時挙動を解明して行こうとするもの、地震時の被害調査に基づいて新しい事象を抽出し地盤や構造物の耐震性を論じるもの、実験的な研究に基づいて動的現象を把握して地震時における対策を立案しようとするもの、解析的な研究を通して問題の本質にせまろうとするものに分けることができる。したがって対象としている構造物、現象ならびに手法の違いによって多様な研究が展開されている。解析の対象別に内訳を見ると、盛土の沈下や地震後の残留変形の問題についての研究が30%、液状化の問題を取り扱ったものが25%、杭基礎を含めた構造物基礎の動的挙動についての研究が22%であり、このセッションの研究発表の主眼が地震時における地盤、土構造物ならびに基礎の挙動の解明に置かれていることが分かる。

地震による土構造物の沈下や変形量を室内実験と動的あるいは静的応答解析の組合わせで予測しようとする研究は、アースダムの変形能でその耐震性を照査しようとした

研究に端を発している。室内実験から動的応力へひずみ(残留ひずみ)関係を求めた上で、FEMなどを用いた動的あるいは静的解析を行って比較的簡便に累積変形量を求めようとしたものである。こうした研究では室内実験の精度も重要なファクターになるが、原位置における土構造物の材料特性の計測法ならびに支持地盤の不整形性や不均質性の応答解析結果に及ぼす影響をどのように評価するかが重要である。今回の発表でもこうした観点からの報告があったが、不整形地盤の解析では解析モデルの側方での仮想境界の取扱いが問題となり、複雑な解析が要求されるので簡便な解析手法の開発が望まれる。なお、予測値と地震時における実測値との比較が必要になるが、日本海中部地震における土構造物の被害記録は今後広く利用されるものと考えられる。土構造物における残留変形量の予測に関する研究は、破壊現象を含めた土の非線形性を、地震応答解析にどのように組み込むかと言う点に帰着されるので、こうした面に立脚した解析も報告されている。今回対象とされた土構造物は二次元的な解析でその動的挙動を把握できるものであったが、こうした解析は三次元的な問題をも含めて検討されなければならない。

液状化現象が地震被害の大きな要因になることは新潟地震以後広く認識され、こうした面での物理的・工学的な研究が幅広く行われた。液状化については現象面だけでなくその機構についても深い理解が得られており、実務的観点からもその予測法が立案されている。したがって、液状化現象を取り扱った最近の研究は、地盤内での液状化過程を二次元的に追跡することのできるプログラム開発や、液状化過程における地盤と構造物の相互作用を考察するものならびに液状化の防止対策工法に関するものなどに重点が置かれるようになってきている。今回の発表では碎石ドレーンの液状化防止対策工法としての可能性を調べた研究が7編報告されており、地盤のみでなく構造物を含めた系の液状化対策に関心の寄せられていることが分かる。また、ここ数年の発表件数の2倍以上になっている点は興味深い。こうした対策工法が実際にどのような効果をもたらすのか



## 総括・一般報告

は今後の地震観測に待たなければならない面もあるが、有効な工法が開発されれば、震害の軽減に大きく貢献するものであり、より深い開発研究がまたれる。

杭基礎を含めた構造物基礎と地盤との動的相互作用の問題は古くて新しい問題である。特に杭の動的挙動に関しては、過去の大地震の際に行われた被害調査結果から、各種の知見が得られており、こうした結果は設計に反映されてきている。今回発表されている研究の多くは地震観測結果の紹介と理論解析結果との比較といった内容のものである。適当にモデル化をすれば観測結果を矛盾なく説明できる解析解が得られるようであるが、設計の対象となる地震力は杭周辺地盤が非線形挙動を示す領域のものである。こうした領域における杭と地盤との動的相互作用や地盤・土質定

数の評価法といった問題が今後検討されなければならない。

LNG の貯蔵を目的とした地下タンクや沈埋トンネルにおける地震観測は各事業者によって継続的に進められている。こうした観測結果に基づいた研究は、普遍性のある結論を得るまでに長い年月を必要とする。地震観測は耐震工学における野外実験である。その成果は非常に貴重であり、今後ともこうした面の研究が精力的に進められることが期待される。

地震時を含めて災害要因を抽出し危険度評価を行うためには、災害時における被害記録の詳細な集積が必要である。こうした観点から、全国的な規模での災害情報に関するデータベースの構築が望まれる。

## 熱 的 性 質

## 一般報告

(株)精研 生頼孝博

- 329 飽和砂の伝熱特性と熱対流 (田中)  
 330 土の熱伝導率の水分、密度、温度依存性 (相馬・前田)  
 331 凍上に及ぼす間隙水の塩分濃度の影響—第Ⅱ報 (生頼・山本・酒見・伊豆田)  
 332 原位置凍上試験法とその評価 (木下・福田・了戒・赤川)  
 333 熱と水の流れを結合した飽和土の凍上解析とその応用<凍結に伴う未凍土の圧密変形を考慮した凍上解析> (了戒)  
 334 X線透過写真による凍土内温度分布・相対位置の計測法 (赤川)  
 335 断熱工法による道路の凍上対策に関する研究 (第3報) (久保・坂上)  
 336 LNG 地下タンクの模型凍結実験 (緒方・片岡・小宮)  
 337 凍結土の強度変形特性について (西林・上野・佐藤)  
 338 塩分濃度を考慮した凍土の曲げクリープ特性について (田中・塙)  
 339 凍結-融解を受けた地盤の浸透試験に関する実験的研究 (福田・桜田・青山・小川・中村)  
 340 凍結-融解を受けた粘性土の強度特性と圧密特性 (その2) (姚・柳澤)

発表論文12編は熱的性質329, 330, 凍結膨張331, 332, 333, 334, 335, 336, 凍土の力学的性質337, 338, 凍結融解土の特性339, 340の四つに分類される。熱的性質の2編は主として未凍結土を対象としたもので、凍結融解土の特性の2編は寒冷地における自然凍結を対象としたものである。凍結膨張と凍土の力学的性質8編のうち1編のみが自

然凍結を対象としたもので、残る7編は人工凍結を対象としたものである。研究手法としては12編のうち8編が室内実験によるもので圧倒的に多い。

329は飽和砂の伝熱特性を促進する対流の発生条件を実験によって求め、従来の理論式の適用性について検討したものである。粒径因子の伝熱促進への影響が最も大きいことを示し、今後増加する傾向にある地盤の熱的な利用に当たっては注意すべきであるとしている。330は火山灰土と非火山灰土の熱伝導率の差を実測で明らかにし、熱伝導を支配する固液二相の熱伝導経路の違いを考察したものである。また、寒冷地の地盤を対象にしていることから凍土についても実測し、氷および不凍水の量の違いで熱伝導率の差を論じている。

土の熱物性値の把握は本セッションの最も基礎的な研究であるので今後の研究増加を望みたいが、これらの研究成果を生かす応用研究が今後の課題と思われる。

331は人工凍結の実用的な必要性から塩分含有土の凍上特性を調べた実験の第2報である。海水濃度の増加に伴う凍上率の減少を確認し、凍結中の含水比分布と塩分濃度分布の実測値に基づいて凍上機構についても若干触れている。332と333は凍上予測法に関するものである。332は室内試験では現場条件を満たし得ないことも多いことから凍結対象位置での凍上試験を提案し、凍上速度が未凍土側の温度勾配に比例するとした考え方で凍上量予測が可能であることを示している。均質な地層での適用には有効であろう。333は凍上現象に熱の移動方程式、土中水の移動と圧密に関する式、更に高志らの研究による凍上量と凍上力に関する式を矛盾なく組み込んだ解析法を提案し、実験結果との良好な一致を示したものである。種々の凍上現象解析への展開と共に現場での凍上予測への応用を期待したい。334は凍上機構への研究手法としてX線を用いた方法を紹介したものである。室内実験での供試体内の、特に凍結面近傍