

総括・一般報告

状化による宅地崩壊とか、土ダムの崩壊などは、多数の人命をのみ込んでしまう恐れもある。つまり、どのような場

合には、液状化は人命の敵なのかという研究も今後必要であろう。

動的問題

一般報告

東北工業大学 神山 眞

291 構造物根入れ部に対する地震時水平支持機構に関する研究(松澤・多賀・富樫・中島・加藤)

292 群杭基礎構造物の地震応答(竹宮・湯川・田蔵・清水)

293 杭基礎の動的挙動に関する実験的研究(その2 水平加振実験結果)(八尾・小林・松尾・横山・小林)

294 液状化地盤中の杭の水平力による変形に関する実験(佐々木・松本・近藤)

295 液状化地盤中の杭の水平抵抗に関する実験(佐々木・松本・近藤)

296 杭基礎をもつ RC 架構と機器の連成振動の実験・解析(その1・振動実験)(後藤・高橋・青木・草野・徳山)

297 杭基礎をもつ RC 架構と機器の連成振動の実験・解析(その2・振動実験のシミュレーションと大地震時の検討)(後藤・高橋・青木・草野・太鼓地)

298 斜杭を有する群杭基礎構造物の地震応答解析手法(若原・田蔵・中檜・清水・木全・古川)

299 斜杭を有する杭基礎の地震時挙動特性(若原・田蔵・中檜・清水・木全・古川)

300 地中埋設管の耐震解析手法について(田蔵・佐藤・清水・木全・古川・若原)

301 沈埋トンネル横断面の地震応答(清宮・千葉・横田)

302 長方形剛体基礎の動的剛性に関する実験(高田・小野)

303 地中構造物の常時微動特性の時間的変動(森・滝本・武藤・谷)

本セッションは主に地盤と構造物の動的相互作用を扱った研究から構成されている。動的相互作用を検討する場合、地盤そのものの挙動もさることながら、構造物のタイプによっても全体系の動的挙動は多様に変化するので、構造物のタイプに見合った検討が必要となってくる。本セッションで対象とされている構造物は基礎(フーチング)、杭、埋設管およびそれらに連結された上部構である。本セッションの研究では、これら多種の構造物を対象としながら、数値解析、室内モデル実験、屋外実物実験、地震観測など多岐にわたる手法が用いられている。更に、これらの研究の目的も動的相互作用のモデル化を検討するもの、ばね係数、減衰定数などモデル化に必要な基本的物性を検出しようとするもの、地盤-構造物連成系の地震応答を明らかにしようとするものなど、広範囲にわたっている。したがって、

本セッションの各研究を有機的に関連づけて論じるのは困難なので、以下では研究手法と対象物を主とした分類に立って各研究を概観する。

モデル実験、実物試験などの実験的研究と位置づけられるものは、291, 293, 294, 295, 296, 302である。291は地下壁に作用する地震時土圧、側壁、底面の摩擦特性を明らかにする目的で基礎模型の室内振動実験を扱ったものである。この研究は本セッションのほかの研究とは意図を異にしたものであり、地盤-構造物の相互作用というより動土圧現象の詳細な解明にあると考えられる。293は群杭としての杭基礎の動的挙動解明を目的として、起振機による強制振動試験の結果をまとめたものである。基礎の埋込み状態によって動的ばね係数、減衰定数などが変化することが実証されている。これらの現象は従来、理論的にも指摘されているが、ここでの結果を理論的検討と結合させ、更に一般化することが期待される。294, 295は関連研究であり、液状化した地盤での杭の変形特性と地盤反力係数を振動台加振によるモデル実験で検討したものである。地盤-基礎系の動的挙動で究極的に問題となるのは地盤が非線形挙動を示す領域に入ったときと考えられる。その意味から、地盤の非線形挙動の代表である液状化を対象とした本研究は実務的にも重要であり、時宜にかなったものである。今後のデータの蓄積が期待される。296は297の関連研究であり、297が連成系の応答解析を主に検討しているのに対して、296は応答解析のための基礎データを取得の目的で、杭基礎-上部構の強制振動試験結果について報告したものである。一般的な地盤-基礎-上部構連成系の振動特性把握というより、RC架構とその上の特殊なプラント機器という上部構の特殊性に重きを置いた事例研究と考えられる。302は長方形剛体基礎のモデルに対して起振実験を行い、複素剛性(ばね、減衰定数)の検出と動土圧を測定したものである。得られた複素剛性は振動数依存性などが弾性波動論による理論的な複素剛性と調和しているとしている。この種の基本データを取得のための研究は一見地味であるが、解析的研究を真に支えるのはこの種のデータであり、その意味から今後とも継続的な研究が期待される。

一方、地震観測、微動観測など実構造物を対象に現地での観測を扱っている研究は292, 298, 299, 301, 303などである。このうち、303を除く研究は数値解析との比較という観点から地震、観測結果について言及している。それに対して、303は微動観測とその処理結果についてのみ論じている。303は杭基礎を有する大型ケーソンを対象に微動観測を行い、これにより得られる伝達関数の妥当性につ

いて論じている。測定の容易な微動については各種の応用が考えられるが、303の研究は地盤-構造物系の振動特性把握のための一応用例である。ただ、言わずもがなのことであるが、微動はあくまで微動であるので、その解析結果の解釈は地震動との対比を念頭に置く必要がある。なお、303の発表に関して、討議の中で、0.2 Hz付近の卓越周期の成因について質疑応答があった。301は沈埋トンネルを対象に継続的に実施されている地震観測結果と沈埋トンネルをモデル化した数値解析について報告している。沈埋トンネルに生じるひずみと振動加速度、変位の関係、水平変位および鉛直変位とマグニチュード、震央距離の関係などについて幾つかの知見が与えられている。301に関しては、土被りと慣性力の考慮についての質疑があった。他方、292, 298, 299は結果の妥当性という観点から地震観測についても言及しているが、解析的研究と位置づけることができよう。292, 298, 299はいずれも斜杭を有する基礎-構造物系の地震応答解析手法の開発を目的としたものである。これらの研究で、斜杭の効果、フーチングの根入れ効果、地盤震動と上部構の慣性力の影響度などについて有用な知見が与えられている。地震観測結果との対比がなされているので説得力があるが、今後は強震レベルの検討が期待される。

一方、解析を主とした研究として297, 300があげられる。297は先に述べたように特殊構造物の解析手法開発に重きを置いたものであり、300は地中埋設管の耐震解析を目的としたものである。ただ、300の研究は質疑で指摘されたように問題設定と解析モデルのギャップが散見されるので、更に突っ込んだ検討が必要であろう。

日本大学 森 芳信

304 地盤振動防振壁のシミュレーション(榎・木寺・岡本)

305 構造物-地盤系の固有振動と減衰特性に及ぼす動的相互作用効果の影響(土岐・佐藤・坂井)

306 鍛造機基礎の振動調査と解析結果の検討—その1 調査の概要と結果—(小林・長瀧)

307 鍛造機基礎の振動調査と解析結果の検討—その2 応答解析結果—(小林・長瀧)

308 卵形消化槽の地震応答解析手法(清水・田蔵・若原・時田・渡辺)

309 TSSを用いたハイブリッド地盤応答解析(片田・勝田・中田)

310 水路橋の地震応答解析、常時微動測定結果を考慮した解析例(鍛治・徳丸・渡辺)

311 RC橋脚と基礎との非線形動的相互作用における耐震安全性の分担(土岐・国近)

312 構造物の地震時滑動に関する研究、粘性土、砂質土模型地盤による振動実験(谷澤・村松・藤井)

313 高架橋から地盤へ伝播する振動について(吉川・森

尾・寺田)

本セッションに含まれる10編の研究内容は多岐にわたっているが、大きく分けると耐震に関するもの6編305, 308, 309, 310, 311, 312と、防振に関するもの4編304, 306, 307, 313とに分類される。以下、各報告について紹介する。

耐震に関するもののうち、305は地盤-構造物系の固有振動数と減衰定数を上部構造物の非減衰固有振動数と固有モードから求める近似解を導いており、また近似解を簡便に計算する図も作成している。昨年度の発表では並進振動のときの近似解を示していたものを、今年度は並進と動揺振動との連成を考慮したものに拡張している。今後杭基礎にも応用できるように研究を進めていただきたい。308は三次元弾性波動論に基づいてモデル化した杭基礎・地盤系と質点系でモデル化したPC卵形消化槽の連成地震応答解析したものである。杭基礎の地震観測を基にした研究で、卵形消化槽そのものよりリング基礎に主眼が置かれており、292, 298, 299と同系統の研究である。地震観測結果と同様に、杭先端部にも大きな曲げモーメントが生じる結果が示されており、地震観測結果の再現性がよい。異なる地盤状態、杭支持機構での検証が切に望まれる。309は実復元力を用いたハイブリッド地盤応答解析をするために、TSSを介して大型電子計算機を用いる装置を開発し、例題として超軟弱粘土地盤の地震時挙動の応答解析をしている。その結果、数式で表現された復元力モデルを用いた数値計算だけでは明らかにできなかった塑性流動のような応答を得ている。容量が大きいため多層地盤の非線形応答解析に力を発揮すると考えられる。310は古い水路橋の耐震性を評価するために地震応答解析したものである。応答解析の水路橋固有振動数と常時微動測定により求めた固有振動数とを比較することにより解析モデルの精度をチェックしている。既存構造物の応答解析には常時微動が有効に利用できるが、これもその一例である。311はRC橋脚と杭基礎の非線形挙動と、両者の動的相互作用を考慮して、橋脚と基礎との間の最適な設計法を見いだそうとするものである。通常の橋脚く体の設計に対して基礎固定という仮定は橋脚の断面力を過大に要求していること、動的相互作用を考慮しても基礎の非線形挙動を考慮しなければ基礎固定の場合以上に橋脚の強度を増大させねばならないことなどを示している。312は地盤上に設置された構造物が地震時に滑動する場合、構造物と地盤にどのような影響があるかを模型実験で調べたものである。砂地盤と粘土地盤に対して行い、地盤と構造物の連成モードや過剰間隙水圧分布などを求めている。実構造物の滑動の予測、制御といかに関係づけるかが大きな問題であろう。

防振に関するもののうち、304は地表面近傍に加振源があるときの地盤内の振動と防振壁の効果を検討するために有限要素法によりシミュレーションを行っている。シミュレーション法の精度は模型振動実験との対比により検証し

一般報告

ている。防振壁の位置や深さ、加振振動数等の条件を変化させた場合の結果はこの研究からすぐに得られるので、杭基礎等からの振動伝播が次の問題になると思われる。306は大型鍛造機稼動時の鍛造機と基礎の振動を測定したもので、307はその鍛造機と基礎の連成系振動モデルを作成して応答解析を行ったものである。機械自体の応答計算値は実測値とよい対応を示しているが、地盤への振動伝播の問題を考えると、基礎の応答計算値の対応がよくないのが気になる。313は高架道路橋から地盤への振動伝播性状を調べるために、試験車両走行時の高架橋と地盤の振動を測定したもので、特に地盤を伝播する波動の分散性について検討している。

当日の討論の概要を次に示す。305 Q：厳密解に対して近似解は系全体にどの程度影響があるのか。A：系全体の応答については具体的に検討していない。モードの形、固有振動数は3自由度までは合っている様だから、高振動数成分がなければかなり合うと考えている。Q：近似解の適応範囲は？ A：基礎と構造物の質量比が4対1で可能を確認。基本的には自由度があまり大きくなければ適応できると考えている。309 Q：大型計算機を導入しても応答速度が十分でないのは何が問題なのか。A：音響カプラー、あるいは大型計算機の通信制御の能力が本研究の目的に合っていないためと考えている。312 Q：研究のポイントは滑動変位量の予測にあるのでは？ A：基本的には構造物の機能を損わないという考えである。具体的な数字は構造物の種類によっても異なると考えられる。313 Q：測定した地盤の動きは確かに橋脚から伝わったものか。A：11 Hzの振動は主桁の二次の成分と推定され、地盤でも鮮明に認められているのでその様に考えている。

討論の概要は竹中工務店畑中氏に整理していただいた。

埼玉大学 渡辺啓行

314 堆積学・地形学的特性を考慮した広域液状化簡易判定法(陶野・社本)

315 液状化簡易判定法への確率論手法の適用(その2)(石川)

316 関東大地震による相模川下流域の液状化発生地点と地形・地盤条件との関係(古藤田・若松・渡辺)

317 液状化の可能性の高い地盤における表層の土質条件・地盤条件—地盤資料データベースシステム活用による名古屋市西部域液状化発生予測—(富樫)

318 液状化地盤のランドサットデータ特性(後藤・坂元・沢園・陶野)

319 砂質地盤の液状化とコーン貫入抵抗(続報)(柴田・Teparaksa)

320 基盤形状が飽和砂の液状化特性に及ぼす影響(中山・小川・亀井)

321 F_L と過剰間隙圧比の関係(安田)

322 浦河沖地震における浚渫埋立地の液状化特性(齊藤)

323 富沼における巨大噴砂孔を生じた地盤の動的強度特性(陶野・沓沢・中村・加藤・仙田)

324 地震時の液状化による構造物基礎地盤の残留沈下解析(宮本・長内・杉沢・岡田)

325 構造物の幅、高さ幅比および高密度領域が構造物の沈下量に及ぼす影響(模型振動実験)(畑中・宮木・鈴木・渡辺・鳥谷)

上記12編の論文は、314~323の10編が液状化判定あるいは液状化に影響を与える地形要因の解明を目的としたものであり、324~325の2編が液状化に伴う沈下予測や液状化対策を目的としたものであって、いずれも液状化を扱った論文である。研究動向の特徴を挙げると、第1には、液状化の簡易判定法の確立あるいはその精度向上を図っている点にある。すなわち、詳細なボーリング調査や室内試験の替りに種々の原位置試験データや地盤に関するデータベース、その他諸々の使えるデータに基づいて液状化を判定する手法の開発が試みられているところにある(314~319, 321)。第2の特徴は、傾斜基盤、地盤高など地形要因が液状化に与える影響を模型振動実験や既往地震で液状化した地点における詳細な液状化調査・試験によって解明を図っているところにある(320, 322~323)。第3の特徴は、地盤の液状化が構造物の安定に与える影響とその対策を定量的に評価する手法を提案しているところにある(324, 325)。以下に各論文の要点を問題点、将来の展望および討議内容も交えながら紹介したい。

314は広域の液状化予測を堆積学や地形学などの知見に基づいた簡易判定法により行う手法を具体的に提案した論文である。確かに簡便ではあるが、ボーリング調査を伴う厳密な判定法に対する誤差の評価を明記して行く必要がある。

315は液状化確率による液状化予測を行う方法論を確立しようとする発表者の研究の一環であり、液状化を規定する諸パラメーターの不確定性を分類し、その中で液状化強度をとり上げ、試験結果に基づくものを基準値としてこれに対する N 値、粒度分布に基づく簡易判定によるものばらつきを対数正規分布でモデル化できることを示した論文である。不確定要因の多い液状化予測においてばらつきの確率分布を評価して行くことは、特に簡易判定において誤差の評価が明確になり、工学的に意義のある方法論であり、今後の発展が期待される。

316は関東地震における相模川下流域の液状化発生状況を地震体験者への聞き込み調査により調べ、その地域の地形と地盤を空中写真判読・現地調査・ボーリング資料等によって調べて微地形区分が液状化発生状況と良い対応を示すことを明らかにした論文である。地下水位の差と液状化状況との関連について質問が出されたが、明りょうな指標がないという答であった。

317は液状化簡易予測法の一つである限界 N 値法に地盤

土と基礎、34—10(345)

の増幅特性を加味した簡易予測手法を提案し、名古屋市西部域の液状化発生予測を行い、既往地震による液状化地域との照合を試みた論文である。

318 はランドサットデータに土の含水状態に応じた反射率の差が現れる特性を利用して広域の液状化予測にその適用を試みた論文である。土質工学的諸係数との関連づけが必要との意見が出され、他のデータの併用が必要と論文にも述べられているが新しい試みであり、実証データの積み重ねによって広く用いられる方法となろう。

319 はコーン貫入抵抗と液状化抵抗との関連の評価法確立を目指し、実験データの綿密な分析と考察に基づいて、原位置コーン貫入試験の結果から推定した液状化抵抗が繰返し三軸試験による液状化抵抗と一致する可能性を示唆した論文である。実務への適用が期待される。

320 は傾斜基盤が飽和砂層の液状化特性に及ぼす影響について模型振動実験により検討を加えた論文である。傾斜基盤の影響について、波の反射による増幅なのか鉛直方向の層厚変化に伴う振動性状の差なのかなどの可能性が討議されたが結論には至らず、今後数値解析などの検討も加味することにより現象の解明が可能になると思われる。

321 は多くの不攪乱試料の液状化試験から F_L 値と過剰間隙水圧比との関係の定式化を試みた論文であり、液状化時の構造物の安定評価に有用な実験式を提案している。今後実務への適用を図って、ばらつきによる誤差を定量的に評価しておく必要があるものと思われる。

322 は浦河沖地震により液状化した浚渫埋立地の現地踏査・ボーリング・室内土質試験により緩い地盤の液状化特性を検討した論文で、液状化を生じた地盤の土質力学諸係数の測定と共に有益な基礎資料を提供している。

323 は日本海中部地震により液状化した地点の巨大噴砂孔近傍の非液状化層からブロックサンプリングを行い、動的変形特性や液状化強度を求めた論文で、322 と同様液状化現象に関する有益な基礎資料を提供している。

324 は構造物を含めた地盤の液状化による残留沈下量の算定手法を提案し燃料タンクへの適用例を示した論文である。残留変形量の評価における主応力回転の考慮の有無、体積収縮への静的応力の影響の有無について質問が行われ、前者は未検討と回答され、後者は過大にかけると締まる現象があると回答された。本論文で提案の手法は明確であり新しい設計概念として有用と思われる。

325 は耐液状化工法における構造物の寸法・形状に応じた締固め領域の評価を模型振動実験によりパラメーターサーヴェイ的に検討した論文である。定性的な結論しか得られていないが、解析的検討も加味することにより有効な締固め領域の評価法が確立されると期待される。

東京大学 龍岡文夫

326 傾斜砂層振動実験による乾燥砂の残留せん断変形特性 (古賀・松尾・唐澤)

327 橋台の耐震補強に関する模型振動実験 (大川・野田・田中)

328 橋台の模型振動実験における補強シートのひずみと土圧に関する一考察 (大川・野田・田中・中村・池見)

329 ジオテキスタイルによる補強盛土の振動台実験 (古賀・谷口・森下・鷲田)

330 ジオテキスタイルにより補強した山岳盛土の振動台実験 (古賀・伊藤・島津)

331 震度法すべり面計算法に用いる土の動的強度に関する考察 (古賀・松尾)

332 かさ上げダム地震時応力および安定解析 (菊沢・長谷川)

333 震度法に基づく土構造物の地震危険度解析 (板橋・葛野・愛知・松尾)

334 表面波伝播時における地盤材料の非線形性を考慮した二次元地震応答解析 (中村・柳沢)

335 大水深防波堤の大型模型振動実験の解析 (上部・守屋)

336 粒状体シミュレーションによる地盤の動的破壊解析 (植村・伯野)

これらの論文の共通点は「土構造・地盤・地盤-構造物系の耐震性の評価およびその向上の方法の諸問題を扱っている」ということになり、小さく絞りに切れない。そこでこれらの問題の全体構造を若干考察してみよう (図-1)。ここに言う「動土質力学」、「動土質工学」は本原稿のために作った造語である。これを作った理由は、見かけ上似ているように見える④と⑤の計算法をあえて区別する必要がある

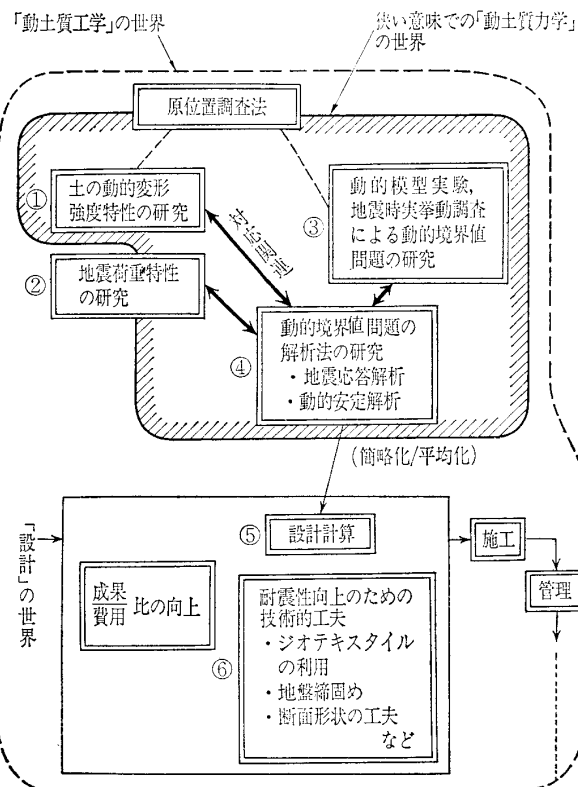


図-1 動土質力学, 動土質工学での各種の研究・調査項目の関連

一般報告・総括

ると考えているからである。もちろん現実にはこの区別は判然としないことがあるが、この区別をしないと、次のようなジレンマに陥りうるからである。力学の世界の研究では、(a)図-1の①~④の各項目のそれぞれをきちんと行い、(b)①~④の対応をきちんととり、4者の整合性を確認することにより、それぞれの項目の正しさが検証できる。極端な例では④のある方法で③の結果に合うように土の物性を調整することが可能になる。したがって、力学の世界での解析法は液状化過程のような非定常な過程を忠実にシミュレーションできる解析法が最もよい方法ということになる。しかし、設計を行おうとすると、(1)時刻歴も含む入力予測(想定?)の難しさ(論文333)、(2)④の解析に用いる土の変形、強度特性のパラメーターの決定の難しさ(論文326, 331)、(3)土の物性と地震入力の複雑さに帰因する解析計算法自身の難しさ(論文332, 334)、に直面することになる。したがって、計算法の内容の簡略化・平均化を行って、ポイントをはずすことなく、100点満点ではないが60~80点程度の実用設計計算法の開発がひとつの研究課題になりうる。本セッションで④の解析法に属するのは332, 334, 336の論文であり、これらの成果は「現象の解明」「パラメーターの影響度の検討」、上記(1), (2), (3)を克服してもやる価値のある大プロジェクトに用いられよう。

本セッションでは、331, 333, 335で円弧すべり面を仮定した震度法による極限つりあい安定計算法を実用的な方法(図-1の⑤)として用いている。液状化過程を含む場合には、動的強度 τ_f をどう決定するかがポイントであり、335では適切な過剰間隙水圧 Δu を設定し、 $\tau_f = (\sigma'_v - \Delta u) \tan \phi'$ とする方法が妥当である、と述べている一方、331では必ずしもそうではないという見解を示している。331で提起している τ_f の求め方に関する各種の方法の関連、妥当な方法の選び出しの研究は重要である。

327, 328, 329, 330では図-1の⑥として Geotextiles を用いて盛土・構造物の耐震性の向上のための技術的工夫を③の振動台実験で確認しようとしている。今後、①, ②, ④の研究も実施されることが望まれる。

主要な質問としては次のものがあつた。327, 328の論文に対して「橋台の変位を抑える目的では Geotextiles を橋台に結合した方が有効ではないか」。333の論文に対しての「最大のマグニチュードはいくつに設定したか」という質問に対しては、「上限は設けていないので図-5の p_f の値は大き目に出ているかも知れない」という答があつた。332の論文に対しての「左右非対称の断面を持つ構造物の解析では入力の左右からの入れ方の違いで結果に差が出ないか」との質問に対して、「たしかにそうであるが、今回のケースでは傾向に差がなかった」との答があつた。

総括

建設省 佐々木康

動的問題に関する4つのセッションで報告された46編の論文は、①地盤と構造物の全体系の動的挙動、②地盤・構造物の耐震・防振、③地盤の液状化、④土構造物の地震時安定など広い範囲にわたる問題を扱っている。

これらをやや詳細に眺めると、新しい形状の構造物の動的挙動、杭や埋設構造物と地盤との相互作用、構造物内に収容される機器と構造物との連成振動、液状化判定のための新しい工夫、土構造物の耐震性を高めるための補強法などに関する問題が扱われている。すなわち耐震計算法の確立されていない新しい型式の構造や、機器の架構構造に対する耐震性照査の必要が高まっていること、現在用いられている耐震性の判定や照査法をより高度化したり、簡易化しようとする試みがなされていること、更に土構造物については耐震性照査のみならず補強策の確立が望まれていることなどの近年の新しい要請が反映されていると見ることができる。このことが、近年の動的問題に関する分野の報告が増加している一つの要因と考えられる。

地中に埋設された構造物や、杭などに代表されるように、構造物と地盤の双方の特性を十分に理解した解析が必要とされる局面も増加している。特に沈埋トンネルのような型式の構造物が、大きな地震動にさらされた経験は少ないので、現状では数値解析あるいは模型振動実験などによって地震時挙動を推定せざるを得ない。このとき構造物と周辺地盤との間に作用する力や両者間の相対変位などの力学的特性を表現する上で幾つかの仮定が置かれる。これらの仮定の確からしさは実際の構造物の地震時挙動の観測結果によって検証されることになる。

今回報告された論文の中にも実在する沈埋トンネルや杭基礎構造での観測結果との対比がなされている。しかし、地盤を構成する土の非線形性を考慮すると、より大きな地震規模での地震時観測のデータとの対比が望まれる。実在構造物やその周辺地盤での地震時挙動の観測は地道な長い努力を要するので、このようなデータを取得するのは容易ではないが今後とも継続して観測がなされることを期待したい。

地震時の地盤の挙動の中で大きな被害に最も結びつきやすい液状化現象については、より簡易にその予測を行うための検討や、液状化に伴う被害を軽減させるための工夫についての報告がなされている。

現在液状化判定の基礎データとしては、標準貫入試験結果や不攪乱試料を用いた室内での液状化強度の試験結果が用いられるのが普通である。特に液状化判定法の多くは標準貫入試験結果に基づいて行われるが、地盤の深度方向に連続して探査結果の得られるコーン貫入試験は液状化判定にもっと用いられてよい方法の一つと考えられる。この

ためには 319 の報告のような検討が続けられるとともに、液状化強度試験や液状化履歴との対比の明確なコーン試験結果のデータベースの整備が望まれる。

また、液状化に関するゾーニングを行う場合には微地形や、ランドサットデータなどの地表から得られる情報はデータ入手の経費が相対的に少なくすむので有利である。したがってこの種のデータと液状化履歴との関連についての検討が行われているが、ランドサットデータの活用は新しい試みである。今後、地表の映像から読みとれる情報に地中の深さ方向の情報がどの程度含まれているのか明らかにされるよう期待したい。

液状化被害を軽減する方策に関しては、液状化に伴う被害を様々な視点から眺めた検討が行われている。例えば、杭周辺の砂質地盤が液状化した場合の水平抵抗の減少としてとらえた場合、構造物基礎としての地盤の残留沈下としてとらえた場合、あるいは基礎地盤としての支持力低下があっても盛土の変形量を少なくしようという試みなどである。いずれも重要な問題である。

盛土などの土構造物の動的問題に関しては地震時安定問題と、不安定なこれら構造物の補強策に関する問題が扱われている。

安定問題については、照査のための計算法の妥当性や計算結果の評価の妥当性の問題のほかに、計算に用いる土質定数についての検討もなされている。安定問題を扱う場合、計算法、入力定数、結果の評価は相互に関連する。

また同時に、“不安定”、あるいは“破壊”とは何かを十分整理しておくべきことがこれらの報告から示唆される。

この点は土構造物の安定問題だけではなく、杭基礎や地中構造物などの分野にも通じることである。

また、安定性の機構など、現象面の機構解明と、その計算法や対策など設計実務面の扱いとの関係は龍岡による一般報告に述べられた“動土質力学”と“動土質工学”との関係にあることを考えると、この新しい造語は“動土質・基礎力学”と、“動土質・基礎工学”と拡張されるべきかも知れない。

熱的性質

一般報告

北海道大学 福田正己

337 塩分濃度を考慮した凍土のせん断クリープ特性について(田中・塙)

338 塩分含有凍土の曲げ強度に及ぼす塩分濃度・温度の影響(生頼・山本・伊豆田)

339 凍上に及ぼす間隙水の塩分濃度の影響—第Ⅲ報(山本・生頼・伊豆田)

340 凍結—融解が砂質土の乱れに与える影響(松浦・小川・亀井・福田)

341 凍土の透水係数の温度依存性(石崎・西尾)

342 上載荷重を考慮した完全凍上の発生条件(中沢・武田)

343 有機質土の凍上性(相馬・前田・藤原・浜田)

344 凍結土の熱伝導率の温度依存性について(西林・上野・佐藤)

345 土の熱的特性について(姚・柳沢)

上記 9 編のうち、凍土の力学について 337, 338, 340 が取り扱っている。339, 341, 343 は凍上に関わるテーマであり、凍土の熱的性質特に熱伝導率について 344, 345 が取り扱っている。

凍土の力学的な性質に、含有する塩分がどのような影響を与えるかを、せん断クリープと曲げ強度について測定したのが 337, 338 である。いずれも海底下での地盤安定の凍結工法の応用を想定した研究である。せん断クリープ曲線が曲げクリープ曲線と類似していることから、第 1 期、第

2 期クリープひずみと時間およびせん断クリープ応力と実験定数 A との経験式を得ている。また長期(2 か月)せん断強度を 5% ひずみで定義づけると、砂質凍土では短期せん断強度の 10~20%, 粘土凍土で 20~40% となることが示された。塩分がどのようにこの強度に影響しているかについては、定量的には示されていないが、これは今後の課題であろう。曲げ強度試験では、凍土と載荷部の間にめり込み防止板が用いられた。これが強度にどう影響するかの質問がなされた。また曲げ破壊の様式が変化する臨界たわみ速度が存在することが示された。塩分の強度に及ぼす影響は一軸圧縮と類似することが指摘された。340 は砂質土のサンプリング法としての凍結土の強度について取り上げている。つまり、原位置で凍結させてサンプリングした砂質土を、再融解させてせん断強度を測定するとその値は原位置のものと異なってくる。特に相対密度が小さいとその相違が大きくなっていく。つまり、凍結させてサンプリングした試料の強度が実際よりも大きくなる。これに対して、具体的にその影響が示されないのかという質問と、実験方法そのものについての質問が出された。いずれも今後の課題として残された。

339 では、間隙水に含まれる塩分濃度によって凍上過程がどう変わるかを、Frozen fringe の厚さの差に反映させている。間隙水が凍結する温度位置と、氷レンズが形成される温度位置の中間領域の Frozen fringe は塩分濃度が増加すると、厚くなることが実験結果から示唆された。これについては、間隙水中の塩分で凍結位置はより低温側にずれるから、むしろ厚みは減少しないかとの質問が出された。