

3. 地盤材料；砂質土（液状化、動的性質） 7. 地盤防災；地震—地盤被害と防災、液状化（地盤の流動）、（液状化対策と調査）、（液状化の被害と挙動）

総 括

応用地質(株) 澤田 俊一

1. 報 告

地盤材料—砂質土の内の液状化・動的性質の二つのセッションおよび地盤防災—地震の四つのセッション、計6セッションで発表された58編の報告について総括する。その内容は、表—1に示す様に多岐にわたり、室内土質試験から原位置試験、振動台実験、解析、被災事例そして被害予測と項目分けを並べるだけでも対象範囲の広さが伺える。本総括報告に共通するキーワードは共通として「地震」とせざるを得なく、敢えて分類しても幾つかのセッション名に用いられている「液状化」となる。しかし、液状化に言及していない報告も数編あり、大変幅のあるセッション群であることを前置きとして総括する。

2. 研究ならびに技術動向

近年の地震・液状化問題における技術動向は、1995年兵庫県南部地震以降に導入されたレベル2地震動による変形量照査を用いた性能設計に影響され、これまでの終局強度特性のみならず、液状化中、液状化後の変形特性に着目したものが過半数を超えている事がこの分野での動向と言える。液状化後の変形量照査に関する技術動向は、振動台実験や解析にも波及し、震動中の慣性力評価のみならず、震動後の液状化に伴う流動に着目した水膜現象等の研究が数多く報告されている。一方、2003年に発生した十勝沖地震での被災事例報告では、火山灰質土等の特殊土の液状化特性が報告されている他、人工改変地盤としての盛土・埋土の被害が指摘されている。さらに解析では有効応力解析における地盤—構造物のモデル化や入力地震動の多次元化等、構造物との相互作用の問題をより現実的に解釈する研究も最近の研究動向と言える。液状化対策工法に関する研究成果では当セッションではサンドコンパクションパイル工法に関するものが多く、次にドレーン工法、その他として発破を用いた液状化対策の効果を2003年十勝沖地震で検証した報告もなされている。その他、液状化強度を原位置で計測する調査法の提案等も新しい技術動向と言える。

3. 現状での問題点

1995年兵庫県南部地震直後に導入されている性能設計に対応する地盤性能に関する新たな知見での研究成果が数多く、地盤物性では火山灰等の特殊土の動的な強度、さらには液状化に伴う変形特性の変化が指摘されている。地盤の強度・変形特性は、初期拘束圧、初期せん断応力、静止土圧係数および動的荷重の主応力方向等の地盤内応力状態の違いより異なることが問題点として挙げられ、これら液状化時の変形量を適切に評価する方法とその方法に用いる地盤物性値の求め方が指摘されている。特殊

表—1 研究内容の分類（58編）

項 目	件数	内 容
室内土質 実験	強度特性	9 主応力方向（204, 205）、しらす（206）、履歴（210）、衝撃荷重（215）、不飽和（219）、初期拘束圧（220）、薬液（963）、間隙水注入（955）
	変形特性	10 過圧密（208）、低拘束圧（209）、液状化後（212）、G, K（213, 218）、多段階載荷（216）、 V_s （217）、膨張せん断破壊（221, 222）、粘性（979）
原位置試 験	調査法	2 動的貫入試験（965）、表面波探査（966）
	対策効果 評価	1 静止土圧係数（969）
振動台実 験（遠心 模型）	流動現象	4 水膜（956, 957, 958）、低塑性シルト（959）
	液状化対 策	9 SCP（967, 968, 970, 971, 973）、人工ドレーン（974, 975）、発破（972）、護岸（964）
	その他	2 砂脈形成（980）、飽和度（214）
解析	強度特性	1 不規則波（211）
	変形特性	5 全応力（207）、流動範囲（960, 961）、個別要素法（962）、適用限界（983）
	地震動	5 地盤構造（950, 951）、建物被害率（952）、 N 値- V_s （953）、不整形地盤（954）
	相互作用	2 3次元有効応力解析（984, 985）
被災事例 ・被害予 測	2003年十 勝沖地震	4 道路盛土（947）、宅地（978）、火山灰土（976, 977）
	被害予測	4 宅地（948, 949）、地理情報システム（981）、累積損傷度法（983）

な問題としては、衝撃荷重では粘着力が大きく評価できる事例報告や、火山灰質土の粒子破砕に伴う細粒分の増大による影響が問題点として挙げられて会場でも活発な質疑が行われた。一方近年の東海・東南海・南海地震等の予測震度公表により高まる地震防災意識を受け、被害予測技術に関してマクロ・ミクロからの地震防災へのアプローチが試みられている。最終的な地震被害軽減に向けての問題点として指摘できる。

4. 将来への展望

室内土質試験を用いての地盤物性を求める基礎技術の確立に加え、原位置での液状化強度・変形特性を評価する調査法の確立は設計を意識した地盤物性設定において両輪とも言える技術と位置づけられる。レベル2地震動に代表される大規模地震に対しても構造物の設計性能を照査することが求められている今日、対策工法設計への「ねばり」をも評価する設計法の導入も必要と言われている。ここに総括した六つのセッションは、いずれも地震被害に対する軽減を目的に地盤物性から地震動、被害軽減する対策工法の研究成果と言える。地震による人的をはじめ物的な被害軽減のため我々技術者が知らなければならない技術はまだまだ無限にあり、これらの技術

総 括

確立に向けた従来にも増した取り組みが望まれる。

謝辞

本報告に当たり、セッションの座長を務められた防災科学技術研究所の中澤博志氏、北見工業大学の山下聡氏、

関東学院大学の規矩大義氏、愛媛大学の森伸一郎氏、飛島建設の三輪茂氏によるメモを参考とさせていただきます。ここに記して謝意を表します。

3. 地盤材料；改良土・軽量土—セメント安定処理土 他（工法・品質管理），
セメント安定処理土（強度 他），固化処理土

総 括

㈱日建設計 大石 幹太

1. 報 告

地盤材料—改良土・軽量土では、表—1に示すように4セッション42編の発表が行われた。本部門では母材、安定材、工法、適用法が多岐にわたっているものの、基本的にはセッションごとに分類されている。軽量土は気泡や発砲ビーズ等の軽量化材を添加・混合した固化処理土を対象としたものである。セメント安定処理土の二つのセッションでは、主に発生土の固化処理工法と深層混合処理工法が扱われている。固化処理土では、主としてセメント系固化材以外の安定材（消石灰、 $MgCl_2$ 、 MgO 、水砕スラグ）を用いた改良土が扱われている。

2. 研究ならびに技術動向

軽量土では、適用土の土質条件に応じた配合設計や施工時の品質に関し、実施工に基づいた報告がされている。適用事例の増加に伴う施工実績の積み重ねを反映したものと考えられる。力学特性に関しては、乾湿繰返しや高温履歴および繰返し載荷などの影響について着目したものがあ

る。また、乾湿繰返しや高温履歴に対する対策として、短繊維や木炭、石炭灰を添加する方法が試みられている。

セメント安定処理土 他（工法・品質管理）では、簡便で精度の良い施工・品質管理手法の検討が行われている。評価・管理項目となる均質性、強度に対しては、画像処理、電気電導率試験、土壤硬度計の適用性を検討した研究が実施されている。また、汎用性および精度の高い密度・強度の予測手法を検討し、合理的な配合設計を目指した研究もある。新しい工法としては、固化・解砕した粒状固化処理土を堤体の改修・補強に適用した事例が紹介されている。

セメント安定処理土（強度 他）では、強度変形特性や強度発現メカニズムについて、微視的な視点（間隙比の影響、骨格構造の変化、粒子間付着力）と作製条件（母材の初期含水比、締固め度）に着目した研究が実施されている。

固化処理土では、環境負荷の低減を目的とした安定材の改良効果、配合・施工方法および材料特性の評価に関する研究が実施されている。材料特性については、母材の違いによるせん断特性の違いや、材料・養生条件等、

表—1 研究内容の分類（42編）

項 目	発表 件数	内 容
軽量土	10	SGM：消泡率を考慮した配合設計（370）、乾湿繰返しの影響（374）、実施工における適用土質と配合例（375, 376）、管路処理システムを用いた施工報告（377）、打設高さや物性変化（378）、ペントナイト添加時の配合設計（379） FCB：高温履歴対策（371）、橋台背面適用時のFEM解析（373） EPS混合土：繰返し載荷時の強度・変形特性（372）
セメント安定処理土 他（工法・品質管理）	10	発生土等の固化処理：物理特性・強度の予測法（381、382）、電気伝導率による施工管理（385）、固化・解砕した処理土の堤体改修への適用事例（387, 388, 389） 深層混合処理：均質性の向上と評価方法（380）、モールドコアによる品質管理の留意点（383）、土壤硬度計の品質管理への適用性（384） 薬液注入：波動伝播特性と繰返し強度（386）
セメント安定処理土（強度 他）	11	発生土等の固化処理：湾口部の地形改変への適用性（390）、分散剤添加による改良効果向上（392）、間隙比と力学特性（395）、粒子間付着強度と強度特性（396）、締固め度と改良効果（397）、 K_0 条件下での力学特性（398） 表層処理：処理土の初期含水比の影響（391） 深層混合処理：長期耐久性および劣化現象（393）、石炭灰を利用した低強度改良土の強度特性（394） 処理土一般：上載圧下養生による構造変化と強度増加メカニズム（399）、間隙比と透水係数（400）
固化処理土	11	固化石炭灰の力学特性（401）、たたき土の材料特性（消石灰・塩化マグネシウム：402）、ビート・石膏による石灰安定処理土の土壌改良（403）、消石灰改良土による遺跡修復（404）、副産消石灰を改良母材とした土質材料（405, 406）、酸化マグネシウムの安定材としての適用性（407, 408）、水砕スラグによる土質改良（409, 410）、袋詰脱水処理土の強度評価（411）

条件が強度特性、pHへ与える影響に着目している。

3. 現状での問題点と将来への展望

近年の固化系地盤改良工法における研究の背景・キーワードとして、「合理的設計、性能設計、新しい適用法」を挙げることができる。地盤材料としての改良土では、