

総括

最後に、「維持管理」の研究が増えると予想される中、その研究で得られた知見が「設計・施工」に反映され、逆に、「設計・施工」の研究成果が「維持管理」に反映され、地中構造物に関する研究が全体として発展するこ

とを期待したい。

本原稿の執筆にあたり、各セッションの座長が作成したメモを参考にさせていただいた。ここに記して謝意を表します。

6. 地盤と構造物；動的問題（土構造物と地中構造物，地中構造物（断層・液状化），地盤・地盤改良，杭と抗土圧構造物）

総括

榎大林組 伊藤 浩二

1. 報告

地盤と構造物の動的問題に関するセッションの内、本稿で扱う全44編の分類を表一1に示す。

「地盤」のセッションでは、簡易有効応力解析法の応用とその高度化、地震被害事例に基づく直接基礎の沈下の研究成果が報告された。

「地盤改良」のセッションでは、液状化対策の改良範囲の最適化をめざして、地盤の変形性能の遷移を減震効果として積極的にとり入れる技術、適用範囲拡大のための高度化、レベル2地震動における設計法等が報告された。

「土構造物」のセッションでは、安定解析法の比較検討を始めとして、FEMによる簡易解析法、オンライン実験に基づく変形を考慮した設計法、FEMによる三次元下の地盤と構造物の地震時挙動、すべり面位置を推定する新しい評価法等が報告された。

「地中構造物」のセッションでは、埋設管の液状化時の浮上メカニズムとその防止工法、簡易法および詳細法による浮上量の予測、埋設管への作用力、断層変位に対する被害軽減方法等が報告された。シールドトンネル、開削トンネルでは、地盤条件、構造条件の違いによる地震時挙動に関する実験と解析の比較、地盤と構造物の相互作用、構造物のひずみ伝達特性、地盤と構造物間の剥離・滑動の影響等が報告された。

「抗土圧構造物」のセッションでは、橋台の補強効果とメカニズム、側方流動量および流動範囲の事例と解析の比較、係船岸の作用力の評価法等が報告された。

「杭基礎構造物」のセッションでは、衝撃載荷試験システム、既設杭基礎の耐震補強等が報告された。

2. 研究ならびに技術動向

地盤の液状化では、詳細な有効応力解析から、実務への適用を目指した工学的判断の余地が少ない定数による簡易な有効応力解析法の開発が試みられている。

液状化対策では、薬液注入および深層混合処理等の固化系対策に関する研究が主であり、沈下、水平変位等の要求性能を確保した上で、合理的、経済的な対策技術の開発、従来設計法を拡張したレベル2地震動に対する設計法の構築が行われている。

土構造物では、性能設計に向けた変形に着目した研究

表一1 研究内容の分類（44編）

項目	発表件数	内容
地盤	液状化	3 予測法 (934, 935), 沈下 (936)
地盤改良	薬液注入	4 減震化 (937~939), 強度特性 (940)
	深層混合処理	3 杭式改良 (941), 格子状改良 (942, 943)
土構造物	盛土	5 応答 (913, 915, 917), 安定 (914), 設計法 (916)
	斜面擁壁	1 すべり面 (912)
	その他	1 応力ひずみモデル (911)
地中構造物	埋設管	8 断層 (922), 浮上 (924~927, 931), 荷重 (932, 933)
	シールドトンネル	2 ひずみ伝達率 (919), 応答 (921)
	開削トンネル	5 応答 (920), 断層 (923), 浮上 (928~930)
	その他	1 応答 (918)
抗土圧構造物	橋台	1 補強 (967)
	護岸岸壁	3 流動範囲 (969), 波浪 (970), SCP改良地盤強度特性 (971)
	L型プロック	1 設計法 (971)
杭基礎構造物		6 衝撃載荷試験 (962~964), 補強 (965, 966), 設計法 (968)

が試みられ、FEMによる簡易および詳細解析法、従来の安定解析との整合を図りながら変形を考慮した耐震設計法の構築が行われている。

地盤と構造物の相互作用に関しては、この10年ほどで急速に進展した分野であり、DEM等により従来では得られなかった地盤および構造物の詳細な挙動メカニズムの分析が可能になりつつある。一方で、振動実験および解析に基づいて、実務への適用を目指した構造物浮上量、構造物ひずみ量の予測式の構築、少ない定数による簡易解析法の開発が行われている。

3. 現状での問題点

例えば、既設土構造物に開削トンネルを設けるような場合では、より複雑な条件における地下構造物の応答および浮上等の性能を確保するために、合理的な液状化対策、浮上対策等の必要が生じてくると考えられる。現状においても、振動実験、遠心力実験、解析等により性能を推定することは可能であるが、過去の被害事例、地震観測記録との整合性および再現性を検証した例は少ない

ことから、さらなる技術の高度化により精度の向上を図る必要があると考えられる。

4. 将来への展望

土構造物、地盤と構造物の相互作用においては、レベル2地震動の変形照査を行うようになってきており、変形予測法の高度化、要求性能に応じた合理的、経済的な対策工の開発および設計法の構築を図ることが重要と

思われる。地盤と構造物の問題では、対象構造物ごとに並行して研究されてきた傾向があり、設計法確立のための知見集成、研究成果の実務への展開が望まれる。

本稿をまとめるにあたり、浜田信彦氏（阪神高速道路公団）、中瀬仁氏（東電設計）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。

7. 地盤防災；地震（斜面安定・震災、微動、振動応答）、安定解析 他

総 括

日本大学 中村 晋

1. 報 告

地盤防災に関するセッションのうち、地震に関する3セッションおよび盛土や斜面などの安定解析に関する1セッション、合わせて39編の報告について取りまとめを行う。

その内容は、表一1に示す様に多岐にわたり、常時微動などの震動に基づく地盤構造推定や発破による振動、強震動予測や増幅特性などの地震動、構造物との相互作用、斜面や盛土のような土構造物の安定・変形問題およびそれらの解析法の六つに大別される。

2. 研究ならびに技術動向

常時微動を活用した地盤構造の推定では、観測の省力化を目指した手法や、国内外での地盤構造の推定事例が紹介された。さらに、他の探査情報と合わせた精緻な地盤特性の推定事例、地盤の震動特性からみた構造物の被害要因について報告が行われた。このように、常時微動に関する研究の対象は、手法の開発から、適用、さらに信頼性や適用限界の評価へと移行している。

地震動関連では、鉛直動の時刻歴波形を設計に活用するための鉛直動の位相特性のモデル化や強震動予測手法の精度に関する考察は注目される。さらに、我が国において発展の乏しい、表層地盤における地震動の増幅、特に簡易評価に関する報告もなされていた。

土構造物の安定や変形に関しては、極限平衡法から有限要素法や有限差分法などのいろいろな解析手法について、斜面また法面の崩壊位置や形態とその可能性、崩壊時期、その変形量と方向および移動時間、降雨時や地震時における斜面・盛土内の安定性の変化や変形メカニズムと、排水等の対策と抑制の効果判定などの報告が行われた。変形評価に力点を置いた力学的モデルの構築やその検証が多くみられ、変形や安定を損失エネルギーという新しい指標を用いて評価しようとする試みは注目される。

3. 現状での課題と展望

微動を活用した地盤構造の推定は誰でも装置さえあれば安価で手軽にできる。SPAC法などのアレー観測による方法から直線配置の省力型の手法に至り、適用例も多

表一1 研究内容の分類 (39編)

項 目	分 類	件数	内 容
地盤震動 (構造推定)	微動	3	手法：無線LANアレー (1041), 独立成分分析 (1047), 直線アレー観測 (1049)
		4	推定：牛伏寺断層近傍 (1042), パンコクのS波速度構造 (1045), 平均S波速度 (1046), 福井平野 (1048)
	複数情報	2	微動・重力探査・屈折波探査 (1051), 地震観測・微動・ボーリング (1055)
振動	発破	1	振動の指向性 (1052)
地震動	強震動予測	2	鉛直地震動の位相特性 (1053), 経験的グリーン関数法の課題 (1056)
	増幅	4	簡易増幅推定 (1054), 鳥取県西部地震 (1057) と芸予地震 (1058) による非線形増幅, 微動による卓越周波数との比較 (1059)
構造物との相互作用	建物被害と地盤	3	微動：草津市の学校 (1043), 建物被害 (1044), 神戸市役所 (1050)
		2	地震動：1995兵庫県南部地震による建物層崩壊 (1030), 断層変位の早期検知 (1031)
	橋脚と河川水	1	水中橋脚の振動特性 (1121)
土構造物の安定・変形	静的安定	5	三次元・剛塑性FEMの構成式と適用 (1112, 1113), 三次元・簡便法と厳密法の比較 (1114), 極限平衡法 (1115), 降雨による斜面の不安定化 (1118)
	静的変形	2	有限差分法 (1116), 個別要素法 (1117, 欠)
	動的安定	2	震度と加速度 (1023), 崩壊角と地震波 (1026)
	動的変形	5	盛土の残留変形 (1024), 極限平衡法による地震時変形量 (1025), 変形量と損失エネルギー (1028, 1029), 谷埋め盛土の変状 (1027)
	安定工法	1	排水パイプの排水効果 (1119)
地盤変形	大変形解析法	2	Euler的手法による地盤大変形解析 (1022), 液状化土塊の水中重力流れ (1120)

くなり、手法の開発はほぼ成熟していると考えられる。しかし、日常的に地盤探査法として活用されるための課題として、適用限界や精度の評価を上げることができる。今後、他の情報と併用し、より信頼度の高い地盤構造などの推定手法の確立が望まれる。それは構造物被害と関