

3. 現状での問題点

杭基礎の動的問題は古くから研究がなされているが、多くの被害が発生した兵庫県南部地震以降はその研究範囲も広がり、特に非線形性が著しい地盤としての液状化を対象にした研究が活発化した。本研究発表会でも幅広いセッションで研究討議が行われているものの、これらを分散せずに相互の理解を深める方向での研究の関連付けが望まれ、設計法までを取り込んだ形での今回のディスカッションセッション「液状化や流動が発生した地盤中の杭の挙動と設計法を考える」での討議のような取り組みが望まれる。また、実験や解析が多様化する中で、その実験条件や検討条件の整理と明示が十分でない場合があり、研究の前提としての明示が必要である。

新しい杭工法が採用されるためには、支持力機構の解明が最重要課題である。様々な杭について最適な杭仕様で十分な性能を発揮させるためにも、複雑な機構を考慮した研究が望まれる。回転貫入杭も実際に、深い硬質地盤に貫入・設置することは容易ではなく、貫入特性の検討は不可欠である。模型実験により貫入特性や支持力特性を定量的に評価する場合、境界条件や応力状態により実験結果は大きな影響を受けると考えられ、現場条件を

踏まえた実験条件の制御が必要である。また、施工時の情報から杭の性能を直接推定できる可能性があり、データの蓄積と理論的な裏付けが望まれる。

4. 将来への展望

杭基礎の動的問題に関しては、性能設計への積極的な取り組みが予想され、評価法に関しても簡易な評価法から、2次元・3次元のFEMなどの詳細な有効応力解析法まで、様々なレベルの手法が整備されていくこと、またその適用範囲の拡大、精度の向上が期待される。また群杭や複合基礎などの複雑な構造物基礎の挙動に対しても適切な評価方法が整備されることが期待される。

性能設計の導入によって新たな工法の採用が可能となり、また複雑な条件での設計施工が要求される中、特殊な杭の開発や挙動特性の解明が進み、様々な要求にこたえる新技術・新工法の開発が進められており、これらの実用化が期待される。

最後に、本総括をまとめるにあたって、千代田工営の金井重夫氏、佃土木研究所の福井次郎氏、戸田建設の金子治氏、清水建設の福武毅芳氏の懇切丁寧な資料を使わせていただきました。ここに記して謝意を表します。

6. 地盤と構造物；抗土圧構造物（擁壁の地震時挙動、抗土圧構造物（擁壁・土留め）、土留めとアンカー）

総 括

東京工業大学 竹村 次朗

1. 報 告

抗土圧構造物のセッションでは、擁壁、土留め壁の地震時、施工時挙動、あるいはそれらの設計法、ならびに長期安定性評価のための調査手法等に関して表一1に示すとおり計29編の報告がなされた。

地震時挙動に関しては、剛体壁に関する残留変形の手測手法やそれを用いた設計法、理論土圧式、耐震性の向上を目的としたEPSの利用に関する実験的研究、石積み擁壁の地震時安定性評価を目的とした不連続変形法（DDA）の適用に関する研究成果が報告された。擁壁や護岸の静的な問題に関するものとして、上載荷重に対する補強土擁壁の安定性、傾斜擁壁の土圧、側方流動を受ける擁壁の土圧、トラスで剛性を上げた二重壁に関する模型実験の結果が報告された。土留め壁掘削に関する報告は、表一1に示すように数も一番多く、その内容も多岐にわたっているが、これを分類すると、斜面近接、掘削内に段差がある等、特殊条件下での土留め掘削、山留め壁体自体に関するもの、施工法、施工手順、あるいは山留め壁の変形の影響、その他設計法に関するものに分けられる。グラウンドアンカーに関するものとしては、大規模掘削工事における地盤変形、定着部の方式、グラウト材、アンカー部のモニタリング手法に関するものが

表一1 研究内容の分類表（29編）

項 目	発表 件数	内 容
擁壁の地震時挙動	8	剛な擁壁の残留変位計算法（809, 810）、剛な擁壁の土圧と運動（模型実験：811、理論的検討：812）、壁背面に設置したEPSによる地震時土圧の軽減（813）、EPSを用いたサンドイッチ型軽量盛土の変形挙動（814）、不連続変形法（DDA）による石積み擁壁の安定解析（816, 817）
擁壁、護岸	4	上載荷重を受けるテールアルメ補強土（815）、傾斜した剛な壁面の土圧（818）、粘土地盤中の剛体構造物に作用する側方土圧（819）、高剛性二重矢板式護岸の壁幅の影響（823）
土留め壁掘削	11	斜面近接工事の計測管理（820）、控え壁を有する自立式鋼矢板壁（821）、壁変形モードの土圧、地盤変形への影響（822）、ラチス柱心材によるソイルセメント柱列壁の剛性の増加（824）、逆打ち工法における山留め壁と合成壁の鉄筋応力（825）、FEMによる小規模矩形山留めの安全性評価（826）、ヒービング防止策（827）、施工法、施工手順の影響（逆巻き：828、アンカー架設順序：829）、掘削面に段差を有する山留め（観測：830、設計法：831）
グラウンドアンカー	6	大規模円形法面掘削（観測：832、水平変位評価モデル：833）、アンカー定着部の支持方式と引抜き抵抗（834）、樹脂グラウトの寒冷地への適用（835）、テンドンの健全度調査法（836）、アンカー緊張力のモニタリング手法（837）

総 括

報告された。

2. 研究ならびに技術動向

土圧のみならず変形評価を目指した性能設計に直接結びつくような研究がなされ、その多くで物理模型がモデル構築のための基礎データ取得、あるいはモデルの検証目的で用いられている。一方、耐震性向上を目的としたEPSの擁壁への適用のように挙動が複雑な問題や、高剛性二重矢板式護岸等のように構造自体が複雑なものに対しては、まず模型実験の観測から何かを得ようというアプローチがなされている。不連続変形法（DDA）を用いた石積み擁壁の地震時安定性に関する研究は、更に複雑で実験的な検証も難しい挙動の研究における同法の有効性を示すよい例といえる。また、特殊条件下の掘削のような問題は、研究目的にあった物理模型の作成が困難なこともあって現場計測結果を利用した研究が主体といえる。

3. 現状の問題点、将来への展望

複雑な土と構造物の相互作用の代表的な例といえる抗土圧構造物の挙動の研究では、上述のように現場計測、物理模型、数値模型、解析モデル等、種々の手法が用いられる。この中で特に前三手法は現象の解釈、設計法や工法の妥当性の検証を主たる目的としているが、現場計測では現象の複雑さのわりに条件が限られるため、設計法や工法の基礎となるモデルの検証には物理模型や数値模型が用いられることが多い。しかし、これら二つの手

法では、その実施にあたって多くの単純化が導入される。前者では、幾何条件、初期条件、境界条件や施工あるいは載荷手順等についてであり、後者では初期条件や境界条件、材料（特に地盤）等についてである。この単純化、言い換えると明確化のおかげで、現象の解釈や影響要因についての検討も比較的容易に行えるのであるが、気をつけなくてはいけないことは、この単純化された模型でもできる限り多くの要因の影響を取り込み、一つの要因のみの影響を際立たせないことである。設計法でも複雑な現象を単純化したモデルが用いられるが、この単純化と物理模型における単純化は独立したものでなくてはならない。物理模型、数値模型とも設計モデルの妥当性を示すというより、モデルで導入された仮定や単純化の適用限界を明らかにする目的で用いられるべきである。この意味でも、物理模型、数値模型の適用性についての研究は大変重要である。

また、計測管理があまり行われない永久構造物の長期安定性は、架設構造物以上にその重要性は大きく、特に大きな荷重を支持するグラウンドアンカーの確実な施工法、健全度調査法の開発に関する研究は今後更にその発展が望まれる分野といえる。

謝辞：この総括をまとめるにあたり、各セッションの座長を務められた森田年一氏（福島高等専門学校）、豊沢康男氏（産業安全研究所）よりのセッション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。