

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Mechanical Behavior of Cantilever-type Large Diameter Steel Tubular Pile Wall Embedded in Stiff Ground
著者(和文)	KunasegaramVijayakanthan
Author(English)	Kunasegaram Vijayakanthan
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11659号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:竹村 次朗,北詰 昌樹,高橋 章浩,笠間 清伸,田村 修次
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11659号, Conferred date:2020/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Vijayakanthan Kunasegaram	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	竹村 次朗	准教授	田村 修次	准教授
	審査員	北詰 昌樹	教授		
		高橋 章浩	教授		
笠間 清伸		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Mechanical Behavior of Cantilever Type Large Diameter Steel Tubular Pile Wall Embedded in Stiff Ground (硬質地盤に根入れした自立式大口径鋼管杭擁壁の力学挙動)」と題し、全7章から構成されている。圧入回転工法等の杭貫入技術の進歩により、特に硬質地盤で大口径鋼管杭を用いた高い壁高の自立式鋼管杭擁壁の適用が急増している。しかし、現行の自立式擁壁の設計法は比較的剛性の小さい地盤での壁高の低い柔な矢板壁を想定しており、この設計方法に剛性の高い大口径鋼管杭を適用すると根入れ長が過大となることが指摘されている。本研究では硬質地盤に根入れされた自立式鋼管杭擁壁の合理的な設計法の確立を目指し、種々の荷重条件下での大口径鋼管杭擁壁の挙動を明らかにすることを目的に物理模型を用いた実験的な検討を行っている。

第1章「Introduction (序論)」では、本研究の背景、目的を述べ論文構成を示している。

第2章「Literature Reviews and Geotechnical Centrifuge Modeling (既往の研究および遠心模型による地盤構造物のモデル化)」では、研究対象とする自立式擁壁、硬質地盤に関する既往の研究について取りまとめ、本研究で用いる遠心模型実験手法の重要性と利点について述べている。

第3章「Simplified Centrifuge Modeling of Cantilever High Stiffness Retaining Walls Embedded in Soft Rock (軟岩に根入れした自立式高剛性擁壁の簡易遠心模型)」では、前面掘削等の常時荷重条件から、背面地盤の地下水位上昇等の極端荷重による終局条件の下での高剛性自立擁壁の力学挙動を再現できる遠心模型実験システムを開発している。その装置を用い換算鋼管直径 1.0m と 2.5m、壁高 10m と 12m の擁壁模型に対して軟岩根入れ長、モデル軟岩の種類を変えた載荷実験を行っている。その結果、一様な軟岩地盤であれば、現行設計法で求められる最低根入れ長 ($3/\beta$: β は杭と地盤剛性で決まる特性値) より $1/3$ から $2/3$ 程度の根入れ長でも、各種荷重条件に対して安定的な挙動を確保できることを明らかにしている。

第4章「Behavior of Large Diameter Steel Tubular Piles in Firm Ground Subjected to Lateral Loads (軟岩地盤に貫入した大口径鋼管杭の水平荷重下での挙動)」では、単一軟岩地盤、単一砂地盤、砂-軟岩 2層地盤の3種の地盤中に杭長を変化させた大口径単杭 (直径 $\Phi=2\text{m}$: 原型寸法) を作成し、擁壁に作用する荷重条件を考慮し、地盤表面からの載荷高さ 6m での片方向繰り返し水平載荷試験を行い、特に軟岩への根入れ長 (d_r) に着目し、杭の水平抵抗、地盤反力係数、残留変位を含めた杭の変形・破壊メカニズムについて検討した。その結果、軟岩に根入れした杭の水平抵抗に与える d_r の影響は、杭水平変位量 (δ_i) に大きく依存することを明らかにした。すなわち、軟岩上部の降伏が生じていない小さい δ_i (0.01Φ 以下) は、実験条件の $d_r/\Phi=1\sim 2$ の範囲では大きな差はないが、 δ_i が増加するに従い軟岩根入れ部の回転変形が卓越するようになり d_r が大きな杭が大きな抵抗を發揮する。しかしある d_r (限界根入れ長) 以上になると杭体の破壊で終局状態がきまり、それ以上の d_r 増加による杭の極限水平支持力増加は期待できない。また、2層地盤の場合、軟岩層に作用する拘束圧効果等によって軟岩の降伏が抑制され水平抵抗に与える d_r の影響は単一軟岩地盤より小さく、 $d_r/\Phi=1\sim 2$ では $\delta_i=0.04\Phi$ 以上で d_r の効果が確認され、 $d_r=1\Phi$ でも終局状態は杭体の破壊となった。

第5章「Deformation and Failure of Cantilever Large Diameter Steel Tubular Pile Walls Embedded in Soft Rock (軟岩に根入れした自立式大口径鋼管杭壁の変形・破壊)」では、単一軟岩地盤および砂-軟岩 2層地盤に直径 2m、 $d_r=1.5\Phi$ 、 2Φ の自立鋼管杭壁を作成し、4章と同様の水平載荷試験を行い、4章の結果と比較することにより水平荷重に対する鋼管杭壁の変形・破壊挙動に関して検討した。その結果、単一軟岩地盤、2層地盤とも d_r の水平抵抗への影響は定性的には単杭と同じであるが、小変位時の水平抵抗、再載荷時の地盤反力係数は鋼管杭壁の方が単杭より小さくなること、しかし鋼管の破壊による終局抵抗には両者に大きな差はないことを明らかにしている。その結果、同じ鋼管でも岩盤への根入れ効果が期待できなくなる限界 d_r は鋼管杭壁の方が単杭よりも大きくなることを確認した。

第6章「Dynamic Response of a Cantilever Steel Tubular Pile Wall Embedded in Soft Rock (軟岩に根入れした自立式大口径鋼管杭擁壁の動的応答)」では、自立式鋼管杭擁壁模型に対して、①背面地盤水位ゼロの振動載荷、②背面側水位上昇による静的載荷、③その後の振動載荷を連続的に行える遠心模型実験システムを開発した。このシステムを用いて3章の簡易実験で安定性が確認された実物換算壁高さ 12m、軟岩根入れ長 $d_r=3\text{m}$ の条件について、直径 2m 鋼管杭擁壁模型 ($d_r=1.2/\beta$) を作成し、一連の載荷実験 (入力加速度 200~500gal の正弦波振動、10m の背面水位上昇、200~600gal の正弦波振動) を行い、載荷履歴を含めた、種々の初期条件の下での擁壁の動的変形

挙動を詳細に調べた。その結果、最大モーメント荷重が簡易擁壁模型で得られた破壊モーメント荷重の 1.2 倍までの載荷履歴を与えても、軟岩根入部の明確な劣化は生じず、壁頂部蓄積変位量は、壁高の 1.5%程度に抑えられ、硬質地盤で懸念されるクリープを伴う脆性的な変形挙動は観測されず、現行設計の最低根入れ長の 40%程度でも十分な耐震性を得ることができる可能性を確認した。

第 7 章「Conclusions and Recommendations (結論および提案)」では、本論文の各章で得られた結論を示すとともに、本研究の成果の適用限界を含めた今後の課題と展望を示している。

以上要するに、本研究は、軟岩等の硬質地盤に根入れした自立式大口径鋼管杭擁壁の力学特性について、特に、根入れ長の影響について実験的に明らかにしたもので、工学上・工業上、特に自立式大口径鋼管杭擁壁の設計法の合理化に大きく貢献するものである。よって博士（学術）論文として価値が十分あるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。