

1 まえがき

最近、一軸圧縮強度 $q_u = 50 \sim 100$ ㌫程度の強度を有する軟岩上にシーバース等の引拔力が大きい港湾構造物が計画されることが多くなり、軟岩への基礎ぐいの定着方法が問題となっている。これらの地盤はくいを打設することが難かしい為、軟岩にくい径より大きめの穴を掘り、そこにくいを建て込みモルタルグラウトにより定着させる方法が一般的である。このタイプの定着方法はいくいとモルタルの付着力により引拔力をとらせているのに対し、地盤の強度に期待する機械的な定着方法としてベルタイプの定着方法があるが、その定着機構に関しては明確ではない。また、付着により定着させる方法にしてもモルタルとくい、モルタルと地盤との付着力等の設計における重要な値に関してはAPI¹⁾で規定している程度でデータが少ない。そこで今回、軟岩を圧縮強度が 100 ㌫のコンクリートで置き換え、そこに種々の処理を施した鋼管を定着させた供試体により鋼管の引拔実験を行ないモルタルと鋼管、モルタルとコンクリートの付着を調べるとともに機械的な定着方法との引拔耐力の比較を行なった。本報告はこの引拔実験に関するものである。

2 供試体の種類及び実験方法

供試体は表-1 及び図-1 に示す9体製作した。これらの供試体は大きく分類するとモルタルと鋼管の付着によるもの、くい先端処理による機械的定着を施したもの、の2種類に分けられる。前者の供試体は、引拔耐力の埋込長による違い、鋼管の表面を補強した場合の耐力の増加、上部構造との結合部からの荷重伝達状況等を観察することを目的とし、後者の供試体では前者との引拔耐力の違いを観察することを主目的としてさらにベルタイプのベルの形状の違いによる引拔耐力を調査することを目的とした。

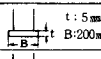
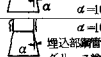
各くいを定着させた地盤に相当するコンクリートの圧縮強度は4週強度で 124 ㌫、弾性係数は 0.42×10^5 ㌫であった。くいを定着させるための掘削孔は供試体製作の都合上型枠を用いたので、掘削面の状態は実際の岩とは若干違ってくるが、地盤の強度としてはほぼ同等の性質を持つので今回の実験では問題ないと思われる。また実験終了後に供試体表面で標準貫入試験を行なったが、N値は測定できなかった。

くいの定着に用いたモルタルは表-2 に示す様にプレパックド用の配合を用いた。また、モルタルの注入は実際の場合を考え、水中で行なった。

表-2 注入モルタルの配合

設 計					モルタル1 m ³ 当りの使用量(kg)					
W (C+F) (%)	F (C+F) (%)	S (C+F) (%)	Bg (C+F) (%)	Al (C+F) (%)	W	C	F	S	Bo	Al
63	29	157	0.25	0.01	386	437	175	961	1.53	0.061

表-1 供試体の種類

供試体	定 着 機 構	供 試 体 の 寸 法		補 強 方 法	
		鋼管寸法 (mm×mm)	鋼管埋込長 (mm)	補強処理方法	
No.1	モルタルと鋼管の付着による定着	埋込のみによる定着	1652×5.0	500	—
No.2		〃	〃	1000	—
No.3		〃	〃	1500	—
No.4		埋込部をスパイラル鉄筋で補強	〃	1000	鉄筋径: φ6mm ピッチ: 80mm
No.5		ビッパイルモデル鋼管上部にケーシング	くい:1652×5.0 ケーシング: 2674×6.6	1000	ケーシング部には供試体No.4と同様の処理
No.6	くい先端処理による機械的定着	鋼管先端にプレートをつけ定着	1652×5.0	1000	 t:5mm B:200mm
No.7		ベルタイプの定着	〃	180	 α α=10°
No.8		〃	〃	180	 α α=10° 埋込部鋼管にガラス壁
No.9		〃	〃	180	 α α=15°

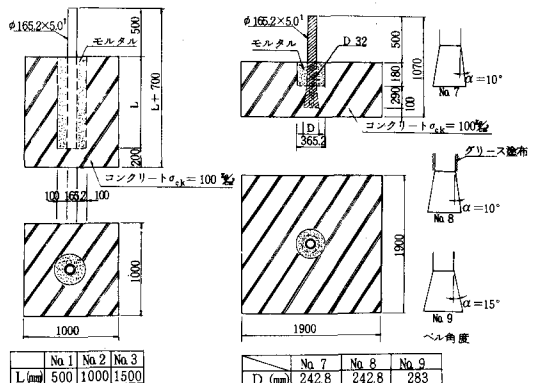


図-1 供試体の形状

実験は、図-2に示す様に、供試体で反力を取りPC棒鋼及び100 T センターホールジャッキによる引抜実験とした。設計荷重は供試体No.1～No.6まではAPIで規定しているモルタルと鋼管の付着力（1.9 ㎏）で決め、ベルタイプの供試体はコンクリートのせん断強度（10 ㎏）で決定した。載荷は設計荷重でのくり返しの後、破壊まで行なった。

3 実験結果及び考察

表-3に実験結果を示す。破壊は供試体No.1～No.6においてはモルタルと鋼管の付着切れにより、ベルタイプの供試体ではコンクリートのせん断により起きた。また耐力であるが、供試体No.2を1.0とした際の耐力比を示してあるが、埋込長を考慮するとベルタイプの供試体では耐力比が10.0程度となり、ベルタイプの定着法が引抜力に対して非常に有効であることがわかる。さらに供試体No.6であるが、先端のプレートが座屈して鋼管が抜け出したが、補強を完全に行なえば耐力は増加すると思われる。表-3における平均付着力であるが、鋼管の全埋込表面積を有効とした値である。これによれば鋼管の表面を補強しない場合の付着力は、安全率を3とすると供試体の設計に用いたAPIの規準値とほぼ一致する。さらに鋼管の表面をスパイラル鉄筋で補強した場合は付着力としては2倍となっている。従って付着により定着させる場合はモルタルと鋼管の付着により引抜力が決まり、その付着力の許容値はAPIの規準値を用いればよいと言える。

ベルタイプの定着を用いた供試体であるが、今回の実験では載荷装置の能力の関係から引抜力をおさえる為に埋込長を小さくしたにもかかわらず十分な耐力があることはわかったが、ベルの形状による引抜耐力の違いは観察できなかった。またコンクリートの破壊状況であるが、どの供試体とも16°～17°の破壊面でのせん断破壊であった。その結果からせん断強度を計算したものを表-3に示してあるが、これによれば、設計に用いた値とほぼ同じ数値になっている。しかし実際の設計においては破壊面の角度、せん断強度等は十分検討する必要がある。

以上の結果を用いて付着による定着、ベルタイプのくいによる定着の引抜耐力を比較したものが図-3である。これに示す通りベルタイプの定着を用いれば、付着による定着を用いるより根入れが1/4～1/3ですむことがわかる。

4 まとめ

今回の実験から、引抜力が支配的な構造物の基礎ぐいを軟岩上に構築する際には、ベルタイプのくいの様に地盤の強度を期待したほうが付着力だけで設計するより経済的であり、大きな引抜力をとらせることができることがわかった。しかし、ベルタイプのくいにもくいとベルの結合部の処理、地盤の強度のとり方等の設計において問題となる点が多い。そこで、こうした問題を解決しベルタイプのくいの設計法を確立する為の実験を現在計画中である。その結果については講演会の当日合わせて発表できるであろう。

5 参考文献

- 1) API RECOMMENDED PRACTICE FOR PLANNING, DESIGNING and CONSTRUCTING FIXED OFFSHORE PLATFORMS API RP2A Eighth Edition April 1977.
- 2) "Techniques for Increasing the Capacities of Pin Piles in New and Existing Offshore Construction"OTC 1473.

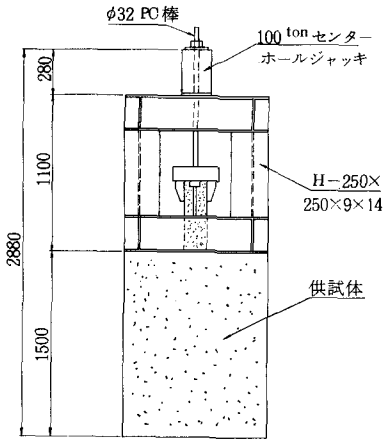


図-2 載荷装置

表-3 実験結果

供試体	終局耐力 (t)	破壊状況	平均付着力 (kg/cm ²)	コンクリートせん断強度 (kg/cm ²)	耐力比
No.1	14.6	モルタルと鋼管の付着切れによる破壊	5.63	—	0.57
No.2	25.6	"	4.93	—	1.0
No.3	40.0	"	5.14	—	1.56
No.4	48.0	鋼管の抜け出しによる破壊	9.25	—	1.88
No.5	23.5	モルタルとケーシングの付着切れによる破壊	5.89	—	0.92
No.6	48.0	鋼管の抜け出しによる破壊	9.25	—	1.88
No.7	62.0	コンクリートのせん断による破壊	—	9.8	2.42
No.8	62.0	"	—	9.6	2.42
No.9	63.0	"	—	9.8	2.46

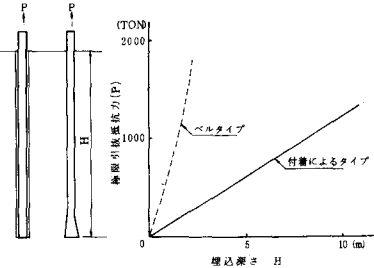


図-3 計算による引抜耐力の比較