

## 島尻層泥岩を支持層とする鋼管杭打設の検討と対策

東洋建設(株) 正会員 ○鯉江 俊介  
 東洋建設(株) 矢崎 敦義  
 東洋建設(株) 上原 武志  
 東洋建設(株) 川角 洸介

### 1. はじめに

那覇空港は、滑走路1本の空港としては国内で2番目に利用度が高く、夏休みや春休みにあたる観光シーズンのピーク時を中心に増便がなされているが、希望の便の予約が取れないという状況が生じている。そこで、将来の需要に対応するために、2020年3月末の供用開始を目指し、第2滑走路の建設が開始された。

本工事は、那覇空港第2滑走路において航空機の誘導を行う、全長600mの南側進入灯を構築するものである(写-1)。構造は橋梁形式であり、橋脚基礎は鋼管杭であった。鋼管杭は、支持層である島尻層泥岩に打設する。また一部の橋脚躯体には揚圧力が作用することで大きな引抜耐力を要するため、根入れが長い箇所がある設計となっていた。



写-1 南側進入灯空港

本稿は、橋脚基礎の鋼管杭を沖縄特有の島尻層泥岩に打設する上での課題および根入れ不足に対する対策とその施工について報告するものである。

### 2. 島尻層泥岩の特徴と施工上の課題

鋼管杭の支持層は、沖縄特有の地盤である島尻層泥岩であり、ボーリング調査の結果よりN値はN=90相当の地盤であった。この島尻層泥岩は、風化の程度や割れ目の状態による地盤強度のばらつきが大きく、N=90に相当する地盤でも一軸圧縮強度は300kN/m<sup>2</sup>~3000kN/m<sup>2</sup>と広範囲の値を示す地盤である。このような支持層の条件において鋼管杭を施工する際の課題としては、油圧ハンマにより鋼管杭に過大な負荷が作用することによる鋼管杭の損傷、さらに鋼管杭の打設が困難になることによる根入れ不足が生じることがあげられる。

### 3. 鋼管杭の施工

鋼管杭の施工は、課題に対応すべく、使用する鋼管杭に応じて油圧ハンマの能力を最大限に引き出せるように制御を行うとともに、杭打設時に弱部となりやすい杭頭部や杭先端部を補強するなどの対策を行った。これらの対策を行って鋼管杭を打設した結果、橋脚10基の基礎杭50本のうち、比較的長い根入れを要する基礎杭数本において根入れ長が設計値を満たさないものがあつた。一方で根入れ長が同程度の隣接する杭であっても所定の深度まで打設できていることから、支持層である島尻層泥岩の強度や風化状況に大きなばらつきがあつたものと考えられる。

実際の根入れ長から算定される押し込み支持力は、すべて設計押し込み力を満足するものであつたが、6本の杭で設計引抜力に対して引抜耐力が不足することが確認された(表-1)。対応策として油圧ハンマの能力をあげることも考えたが、杭本体が座屈する恐れがあるため、他の対応策を検討した。

表-1 引抜耐力の算定結果

杭番	根入れ長さ(m)		差	引抜力(波力時)		判定	不足引抜力(KN)
	設計	実測		設計	実測		
P2-3	8.924	6.797	-2.127	-2032	-1862	NG	-170
P4-2	7.326	5.739	-1.587	-2112	-1991	NG	-121
P5-1	7.967	3.553	-4.414	-2118	-1652	NG	-466
P5-2	7.967	4.448	-3.519	-2118	-1796	NG	-322
P5-3	7.967	3.572	-4.395	-2118	-1652	NG	-466
P5-4	7.967	4.804	-3.163	-2118	-1860	NG	-258

キーワード 鋼管杭打設 島尻層泥岩 引抜耐力 アンカー工法 緊張力

連絡先 〒810-0022 福岡県福岡市中央区薬院 3-3-31 六番館 東洋建設(株)九州支店 TEL092-526-1040

#### 4. 引抜耐力に対する対策検討

本工事は、施工海域での海洋汚濁に対して厳しい施工条件があり、濁度を6mg/L以下に抑えなければならない。また、空港の供用開始日が3月末と決まった事業であるため、工期延伸は困難な状況であった。そのため対策の検討にあたっては、環境面および工期面の条件を優先的に加味した総合的な評価が必要であった。評価の結果、アンカー工法が最適と判断された。

#### 5. アンカー工法

アンカー工法は、鋼管杭内部からロータリーパーカッション二重管方式により、水またはエアーを使用して削孔を行い(写-2)、杭先端部より深い地盤を定着地盤とした(図-1)。また定着部をより強固なものとするため、定着材のセメントミルクを孔内に充填し、一度オーバーフローさせた後(写-3,左)、先端部より加圧注入を行った(写-3,右)。定着材硬化後、アンカーの緊張力を鋼管杭に与え、杭重量を見かけ上増加させることで、不足する引抜耐力を補うものとした。なお、この緊張力の作用に対して、設計押し込み力および曲げ圧縮応力が増加するが、ともに耐力以内であることを確認した。

海上でのアンカー工法では、腐食によりアンカーの耐久性が不安視されたが、本施工は水深が1.0m~2.0mと浅く、鋼管杭の中も中詰めコンクリートを打設するため、海水とPC鋼の接触はなく、耐久性の低下は小さいものと判断した。

対策工の検討にあたり優先事項とした環境面においては、削孔水およびグラウト材の余剰水などをノッチタンクへ返し、周囲に濁水が拡散しないように施工を行った。実際に濁度測定を行った結果、濁度監視基準である6mg/L以下に抑えることができた。

また、工期面においては、アンカー材の調達に2週間、施工に2週間を要する工程であったが、橋脚の躯体コンクリートの施工と並行作業が可能であったため、相互に施工箇所の調整を行うことにより、全体工期への影響はほとんどなかった。

#### 6. まとめ

本工事では、南側進入灯の橋梁基礎鋼管杭を島尻層泥岩に打設した。打設においては、油圧ハンマの制御や杭の補強などの対策を行った。しかし、一部の杭で島尻層泥岩の強度などのばらつきが要因と思われる根入れ不足が生じた。そこで本工事で優先すべき条件を考慮して、引抜耐力に対する対策を検討した。その結果、採用したアンカー工法による対策で、施工海域への濁水の発生を防止するとともに、厳しい工程のもとで、遅延なく対策を行うことができた。

<謝辞>

内閣府 沖縄総合事務局開発建設部の関係各位に謝意を表します。



写-2 鋼管杭内部削孔状況

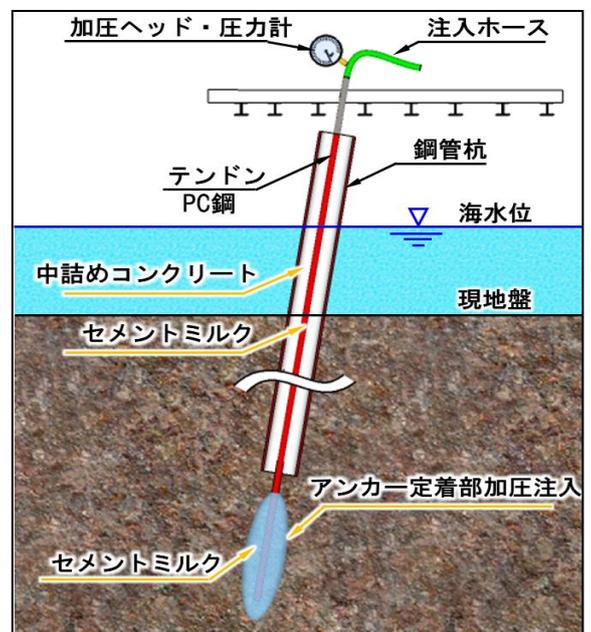


図-1 アンカー工法



写-3 セメントミルク注入状況