

伊良部大橋における琉球石灰岩層に根入れされた鋼管杭の支持力について

鋼管杭, 琉球石灰岩, 杭の支持力

(株)地盤試験所 正会員 ○富岡 努 沖縄県 非会員 平良 義尚
 (株)エイト日本技術開発 非会員 宮本 宏一 (株)地盤試験所 正会員 高野 公作
 (株)地盤試験所 国際会員 西村 真二

1. はじめに

伊良部大橋は宮古島と伊良部島を結ぶ長さ3540mの海中横断橋で2014年の開通を目指して工事が進んでいる。橋梁部の基礎として打ち込み工法による鋼管杭および鋼管矢板基礎が採用された。地盤は砂礫状石灰岩の下に支持層として島尻層群と呼ばれる琉球石灰岩の砂岩および泥岩が分布している。岩層に根入れされた杭の支持力の確認と施工管理式の作成のために、宮古島側の泥岩層(P3橋脚)および砂岩層(P9橋脚)において衝撃載荷試験および押込み試験が、主航路部(P32橋脚)において衝撃載荷試験および急速載荷試験が実施された。本稿では載荷試験結果のうち、押込み試験と急速載荷試験結果について報告する。

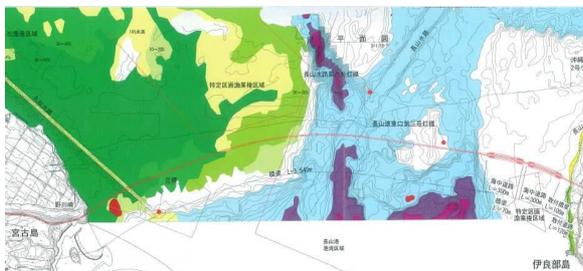


図-1 伊良部大橋概要 (平面)

2. 押込み試験結果

泥岩層と砂岩層の先端支持力を確認する目的でP3橋脚(泥岩)およびP9橋脚(砂岩)で押込み試験が実施された。しかしP9橋脚の砂岩層において支持層内の強度のバラツキが大きく所定の支持力が得られなかった。そこで、対策として支持層への根入れ長増と先端に先端円弧リブ(図-4)を取り付ける案が検討され、対策案に従い押込み試験が追加実施された。実施された4試験の押込み試験で得られた杭頭荷重～杭頭変位量曲線を図-2に、また杭先端抵抗～杭先端沈下曲線を図-3に示す。杭頭の荷重～沈下曲線を見ると、支持力不足となったP9-9杭を除いて3試験の結果がほぼ重なる結果となった。しかし杭先端の曲線は先端支持力増加対策の効果が現れる結果となっている。押し込み試験の結果のまとめを表-1に示す。

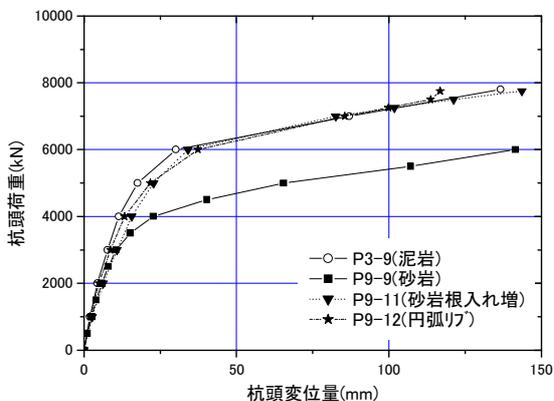


図-2 押込み試験結果 (杭頭 荷重～沈下曲線)

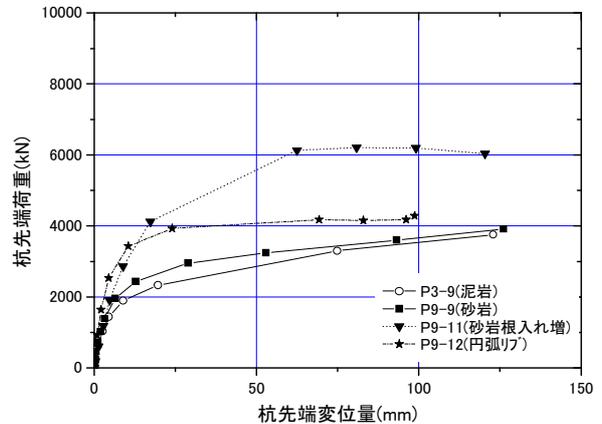


図-3 押込み試験 (杭先端抵抗～杭先端抵抗曲線)

表-1 押込み試験結果のまとめ

杭No	第1限界抵抗力 (kN)	第2限界抵抗力 (kN)	先端抵抗力 (kN)	先端抵抗力 (支持層以深) (kN)	先端抵抗力度 (支持層以深) (kN/m ²)	周面摩擦 (支持層以浅) (kN)
P3-9	4000	7687	3763	5057	6439	2630
P9-9	3000	5604	3637	4439	5652	1061
P9-11	5000	7500	6196	6300	8021	1200
P9-12	4000	7500	4177	6280	7996	1220



図-4 先端円弧リブ

3. 急速載荷試験結果

主航路部(P32橋脚)においては、支持層への根入れ長を2.4Dと4.4Dとで急速載荷試験を実施した。急速載荷試験結果から除荷点法により求めた杭頭での静的抵抗～沈下曲線を図-5に除荷点法の結果を表-2に示す。それによると2本の試験杭とも十分な支持力が得られ杭頭変位量も50mm以下であった。

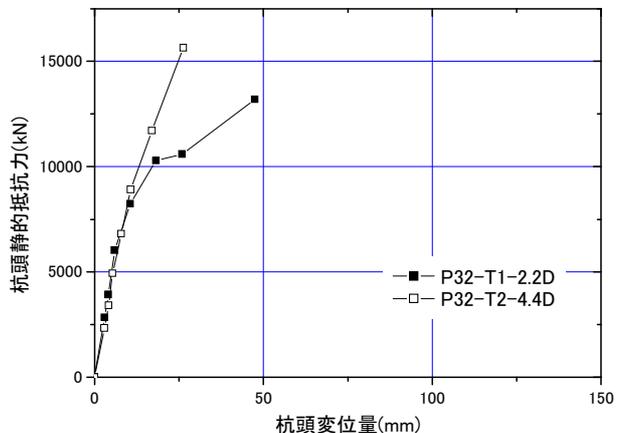


図-4 急速載荷試験結果 (静的抵抗～変位量曲線)

表-2 急速載荷試験結果のまとめ

杭No.	杭頭 静的抵抗 (kN)	杭頭 変位量 (mm)	支持層 上端抵抗 (kN)	支持層 上端変位 (mm)	先端 抵抗 (kN)	先端 変位 (mm)
P32-T1 (2.4D)	13190	47.5	12724	45.3	13049	41.1
P32-T2 (4.4D)	15639	26.3	13317	24.9	5285	11.9

4. 押し込み試験と急速載荷試験の比較

試みにP3, P9で実施された押し込み試験（静的）と急速載荷試験結果を比較した。急速載荷試験結果は除荷点法により解析上は動的抵抗成分を除いた結果となっている。しかし、押し込み試験と急速載荷試験は試験中に起きている現象が異なるため、解析により補正しても全く同じ結果は得られない。今回は同じプロジェクト内で実施された押し込み試験と急速載荷試験結果とを比較することにより、除荷点法解析の妥当性の検証を試みた。

杭頭の静的抵抗～変位量曲線について比較した。支持力の大部分が先端支持力に依存していることから杭径の違いについては閉塞断面積比で補正した。比較した結果を図-6に示す。図中では急速載荷試験の曲線を断面積比1.44で補正している。それによると急速載荷試験の剛性が2倍程度大きくなっている。これは先端地盤の非排水せん断強度の大きさ（P3, P9で500kN/m², P32で1400kN/m²）に対応しているようである。

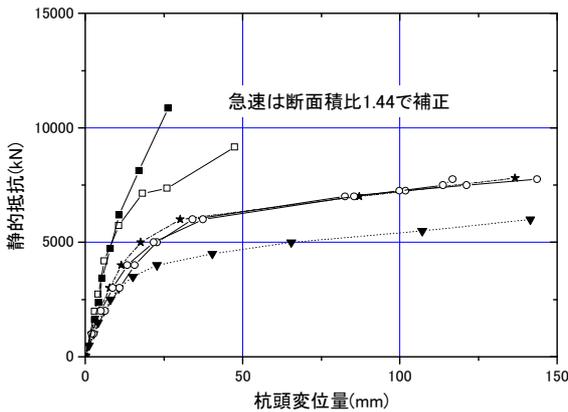


図-6 押し込み試験と急速載荷試験の比較
(杭頭 静的抵抗～変位量曲線)

次に周面摩擦力度について比較した。上層のシルト混じり砂礫層での周面摩擦力度～相対変位曲線の比較を図-7に示す。それによると急速載荷試験の曲線は乱れてはいるが概ねN値に対応しており、押し込み試験のパラツキの範囲に入っていることが分かる。

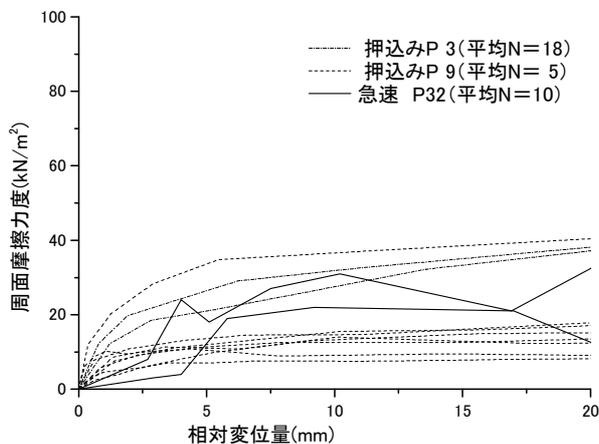


図-7 周面摩擦力度～相対変位量曲線の比較
(上層 シルト混じり砂礫層)

また相対変位量20mmでの周面摩擦力度について地盤の平均N値との関係を図-8にプロットした。それによると急速も押し込みも $\tau = 2N$ にほぼ対応していることが分かる。

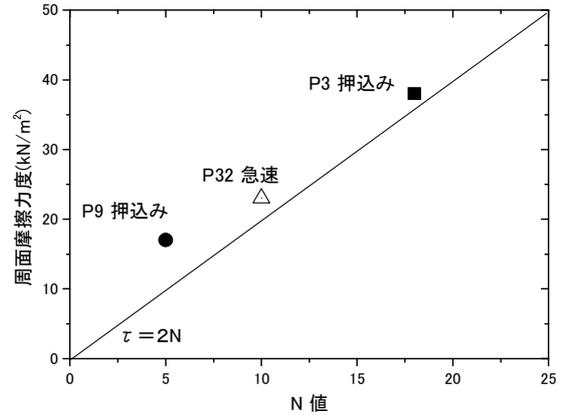


図-8 周面摩擦力度とN値との関係

最後に支持層内の周面摩擦力度について同じ泥岩であるP3の押し込み試験とP32の急速載荷試験の結果を比較した。周面抵抗力度～相対変位量曲線の比較を図-8に示す。急速載荷試験の曲線を押し込み試験の曲線と比較すると動的効果により剛性が大きくなることもなく、概ね妥当な曲線を示していると判断できる。

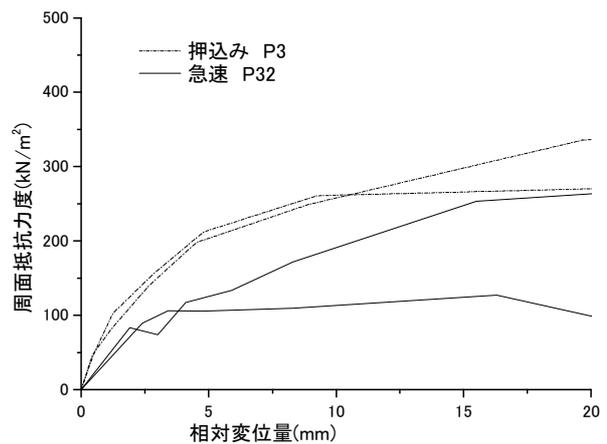


図-8 周面摩擦力度～相対変位量曲線の比較
(支持層 泥岩)

5. 終わりに

伊良部大橋においては島尻層群と呼ばれる強度の不均一性の高い琉球石灰岩層に根入れされた鋼管杭の支持力を確認するために実施された載荷試験について、載荷試験結果を述べるとともに、押し込み試験結果と急速載荷試験結果の比較を試みた。その結果、急速載荷試験の動的抵抗成分を補正する除荷点法解析は押し込み試験と比較して概ね妥当な結果を与えることが確認できた。

最後に、本試験の実施に際してご協力頂いた関係者各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 宮坂享明他：大沈下を伴う杭急速載荷試験結果の解釈，第42回地盤工学研究発表会，pp. 1185-1186，2007.7千葉
- 2) 吉國他：伊良部大橋における泥岩層および砂岩層に根入れされた鋼管杭に対する鉛直載荷試験，第47回地盤工学研究発表会（投稿中），2012