

# 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

鋼管杭, 琉球石灰岩, 杭の鉛直載荷試験

(株)地盤試験所 正会員 ○吉國将大 沖縄県 非会員 仲村 守  
 (株)エイト日本技術開発 正会員 金聲漢 (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または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。島尻層群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。本稿では本プロジェクトにおいて実施された載荷試験の位置付けを整理するとともに載荷試験結果について報告する。

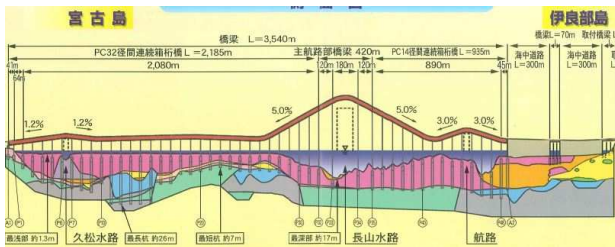


図-1 伊良部大橋概要 (側面)

## 2. 地盤条件および試験杭の諸元

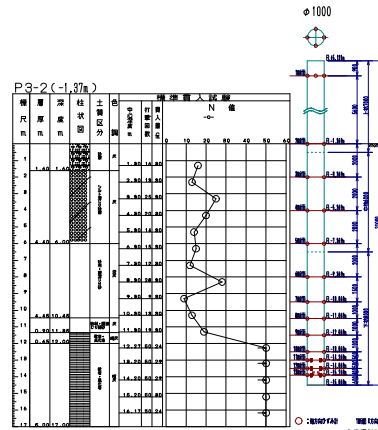
載荷試験を実施したP3橋脚 (泥岩層), P9橋脚 (砂岩層) およびP32橋脚 (主航路部) の土質柱状図と試験杭姿図を図-2に示す。また各橋脚における地盤パラメータの概要を表-1にまとめた。本地盤の特徴は海底下十数mのN値5~15の珊瑚礁由来のシルト混じり砂礫地層の下に支持層としての岩層が現れる。岩層は泥岩、砂岩ともにN値では50超である。砂岩層の強度のバラツキが大きい。非排水せん断強度 (粘着力) は、P3とP9で平均500kN/m<sup>2</sup>程度で主航路部のP32が大きくなっている。押込み試験と急速載荷試験の試験杭の仕様を表-2に示す。

表-1 地盤概要

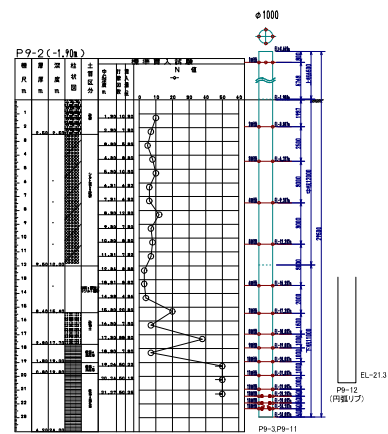
橋脚	上部層		支持層		
	地盤	平均 N 値	地盤	平均 N 値	非排水せん断強度 (kPa)
P3	シルト混じり砂礫	18	泥岩	60 (50~75)	500 (350~800)
P9	シルト混じり砂礫	5	砂岩	79 (28~150)	500 (460~900)
P32	シルト混じり砂礫	10	泥岩	88 (75~115)	1400 (900~2100)

表-2 試験杭仕様

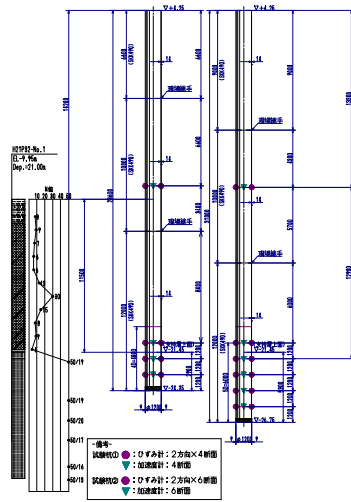
試験時期	杭No	鋼管径 φ (mm)	杭長 L (m)	板厚 t (mm)	先端深度 (EL m)	先端地盤杭先端	支持層根入比
2007	P3-9	1000	22.0	14	-15.9	泥岩開端	2.1
	P9-9	1000	31.0	14	-24.8	砂岩開端	5.3
2008	P9-11	1000	24.8	12	-24.7	砂岩開端	5.2
	P9-12	1000	28.3	14	-21.3	砂岩凹弧リブ	1.8
2010	P32-T1	1200	28.6	14	-24.4	泥岩開端	2.4
	P32-T2	1200	31.0	14	-26.8	泥岩開端	4.4



(P3)



(P9)



(P32)

図-2 土質柱状図・試験杭姿図

### 3. 載荷試験の実施

本プロジェクトにおいて実施した載荷試験を表-3にまとめた。3期に分けて実施した載荷試験数は27試験に及んだ。その内大掛かり即ち高コストな押込み試験は4試験、次に費用の掛かる急速載荷試験が2試験で残りの21試験は衝撃載荷試験であった。急速載荷試験については杭頭にクッションを設置し重錘を落下させるタイプのハイブリッドナミック試験<sup>1)</sup>を実施した。

表-3 実施した載荷試験

試験時期	橋脚	載荷試験	数量
2007	P3	施工時衝撃載荷試験	3
		押込み試験	1
	P9	施工時衝撃載荷試験	3
		養生後衝撃載荷試験	2
		押込み試験	1
2008	P3	養生後衝撃載荷試験	2
		施工時衝撃載荷試験	5
	P9	養生後衝撃載荷試験	2
		急速載荷試験	2
		押込み試験	2
2010	P32	施工時衝撃載荷試験	2
		急速載荷試験	2
	P33	施工時衝撃載荷試験	1
	P34	施工時衝撃載荷試験	1



(急速載荷試験)

(衝撃載荷試験)

(押込み試験)

写真-1 実施した載荷試験

本プロジェクトにおける載荷試験の位置付けを図-3に示す。載荷試験の本来の目的は設計の妥当性の確認である。設計で見込んだ鉛直支持力性能を発現するかどうかを現場の実杭で確認する行為である。支持力性能の品質保証という意味では全ての杭に対し載荷試験を実施することが理想であるが現実には不可能である。図-3は養生後の押込み試験、急速載荷試験による支持力の確認とともに施工時の衝撃載荷試験を加えて、養生後載荷試験の結果を反映した施工管理式を作成することにより、全ての杭に対する支持力品質の確認への展開を示している。

さらに本プロジェクトにおいては、珊瑚礁由来の地盤であることから支持層地盤の不均一性という問題があり、想定深度で打ち止まらないなどの現象が発生した。そのため衝撃載荷試験の数を増やすことにより支持層上端深度のバラツキや支持層内の強度のバラツキなど地盤強度の不均一性に関するデータを収集し対処した。衝撃載荷試験は比較的手軽に実施できることから、このような場合に非常に有用である。今回と同様に琉球石灰岩層を支持層とする古宇利大橋のプロジェクトにおいても衝撃載

荷試験を多用することにより地盤の不均一性に対処している<sup>2)</sup>。

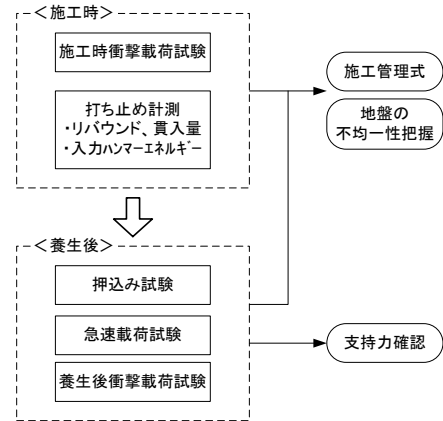


図-3 載荷試験の位置付け

主航路部（P32橋脚）における載荷試験の流れを図-4に示す。主航路部は構造物の重要性、前の載荷試験実施位置からの距離や杭径が大きくなることから支持力確認が必要となった。載荷試験方法の選定にあたり、P3、P9橋脚における押込み試験により岩層の基本的な支持力の確認はできていることから、経済性を考慮して養生後試験としては急速載荷試験が採用された。急速載荷試験はP32橋脚で実施されることとなり、地盤の不均一性の確認と急速載荷試験の水平展開のために、P33、34橋脚で施工時の衝撃載荷試験が実施された。そのフローを図-4に示す。

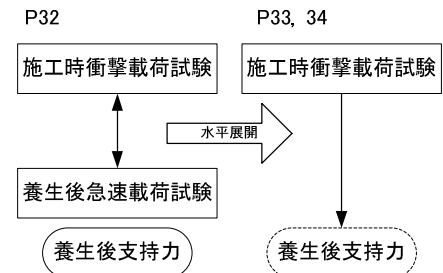


図-4 主航路部における載荷試験

### 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述べた。本プロジェクトのような複雑な地盤において杭基礎の支持力性能を担保することは容易ではない。今回は衝撃載荷試験、急速載荷試験および押込み試験を組み合わせることにより、島尻層群の支持力を確認するとともに合理的な施工管理手法を確立することができた。なお、載荷試験の結果については対報<sup>3)</sup>で述べる。

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る。

### 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) 又吉他：古宇利大橋建設工事における衝撃載荷試験と施工管理手法，基礎工 2005. 8月号
- 3) 富岡他：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，第47回地盤工学研究発表会（投稿中），2012