

I-241

大口径鋼管杭の杭頭結合部に関する実験

東京湾横断道路(株) 正員 篠原 洋司 建設省土木研究所 正員 岡原美知夫
 東京湾横断道路(株) 正員 田中 淳之 建設省土木研究所 正員 高木 章次
 東京湾横断道路(株) 正員 西嶋 良寛 建設機械化研究所 正員 竹之内博行

1. はじめに

東京湾横断道路は東京湾湾央部の川崎市と木更津市を結ぶ全長15.1kmの海上道路であり、このうち浮島取付部および木更津人工島には換気設備を収納する換気立坑（施工中はシールドトンネルの発進立坑）が計画されている。本立坑の基礎は種々の形式について比較検討してφ2.0mの大口径鋼管杭を用いた杭基礎としたが、立坑底板と杭頭の結合方法については施工上の違いから、杭頭結合部を気中コンクリートで打設する構造（CASE-A）と水中コンクリートで打設する構造（CASE-B）の2案が考えられた（図-1）。しかし、いずれも杭の内外周に設けたずれ止めにより杭反力を伝える比較的新しい結合方式であり、実験例も少ないことから、本構造物への適用にあたっては大口径杭の押込み・引抜き耐力やCASE-Bの二重管構造における押込み・引抜き耐力および底板に生じた曲げモーメントによる曲げ引張応力下での押込み耐力等を確認する必要があった。このようなことから、結合方法を選定するにあたり、構造耐力試験を実施し、杭頭結合部の耐力の確認を行ったのでその結果の概要について報告する。

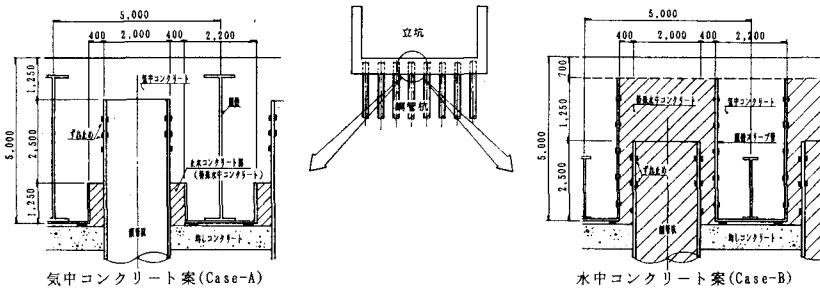


図-1 杭頭結合概略図

2. 試験の概要

試験は実構造物をできるだけ再現したモデルを用いて、表-1に示す大型耐力試験および組合せ外力試験を実施した。大型耐力試験は1/2.5の試験体を用いてCASE-A、CASE-Bの構造形式に対して押込みあるいは引抜きの杭反力を作用させ、それぞれの耐力を確認する実験である。組合せ外力試験はCASE-Aに対して、短スパンと長スパンの試験体を製作し杭頭の水平力と曲げモーメントが作用した際の押込み耐力の確認、ならびに底板に生ずる曲げ引張応力下での押込み耐力の確認を目的とした実験である（図-2）。

表-1 実験項目

実 験 項 目		試 験 体		規 模	試験荷重
大型 耐力 荷力 試験	押込み試験	Case-A	PS-A 1体	1/2.5	3,000t
		Case-B	PS-B 1体	1/2.5	3,000t
	引抜き試験	Case-A	TS-A 1体	1/2.5	1,000t
		Case-B	TS-B 1体	1/2.5	1,000t
組合せ外力試験		Case-A短スパン	CS-V 1体	1/5	500/50t
		Case-A長スパン	CL-V 1体	1/5	500/50t

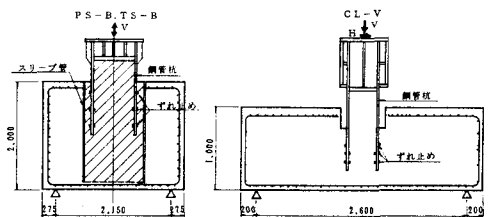


図-2 試験体概略図

表 - 2 試 験 結 果

	地震時設計 抗反力① (tf)	杭頭構造 型式	大型 耐 荷 力 試 験			組 合 せ 外 力 試 験					
			実験値④ (tf)	計算値⑤ (tf)	②/③	短スパン (CS-V)			長スパン (CL-V)		
						実験値⑥	計算値⑦	④/⑤ (tf)	実験値⑧	計算値⑨	⑥/⑦ (tf)
押込み力	1,840	PS-A	7,118 (3,290)	2,186	3.3 (1.5)	6,616 (3,592)	2,186	3.0 (1.6)	4,640 (2,358)	2,186	2.1 (1.1)
		PS-B	9,247以上 (4,243)	3,701	2.5以上 (1.1)	・ ()内はクラック発生荷重時の値を示す。 ・ 計算値は「杭基礎設計便覧」による。 ・ 実験値は実構造物スケールに換算、コンクリート強度は設計基準強度に換算。					
引抜き力	518	TS-A	4,521以上 (881)	453 (647)	9.9以上 (1.3)						
		TS-B	4,130 (1,341)	328 (522)	12.5 (2.5)						

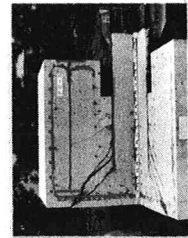


写真 PS-Aの破壊状況

3. 試験結果および考察

試験結果の一部を表-2、図-3に示す。結果を破壊形態および現行設計法（日本道路協会、「杭基礎設計便覧」〔以下、道路協会方式〕）により算出した計算値との比較においてまとめると以下のようである。

○ 破壊形態について

- 1) CASE-Aの場合、押込み・引抜きに対していずれもずれ止めからの押抜き（引抜き）せん断で破壊するものと考えられる（写真）。（別途実施した引抜き試験では、引抜きせん断によるひびわれが引抜き側のずれ止めから遂時深部へと進行し、最終的には最深のずれ止めからの引抜きせん断で破壊することを確認）
- 2) CASE-Bの場合、押込みに対しては鋼管先端からの押抜きせん断で最終破壊するもの推定され、引抜きに対しては二重管中での破壊が進行しずれ止めからの引抜きせん断あるいは鋼管ずれ止め部コンクリートの支圧破壊が複合した形で最終的に破壊するものと推定される。

○ 現行設計法との比較について

- 1) CASE-Aの場合、計算値に対してひびわれ発生時で1.3、破壊時で3.3の安全率を有しており、大口径杭に対してもずれ止めを設けた結合方式を適用できることが確認された。
- 2) CASE-Bの二重管構造の場合も計算値に対し十分な安全率を有しており、杭反力を確実に伝達できる構造であることが確認された。
- 3) 杭頭の水平力と曲げモーメントについては、ひびわれ発生時、破壊時とも押込み耐力に対する影響は小さいが、底版に生じる曲げモーメントの影響については、曲げモーメントが大きくなるとひびわれ発生時、破壊時とも押込み耐力が低下する傾向が確認された。（本実験では長スパンの試験での耐力は短スパンの70%に低下）しかし、この場合でも計算値に対し、ひびわれ発生時で1.1、破壊時で2.1の安全率を有しており、設計手法としては道路協会方式を準用できるものと考えられる。

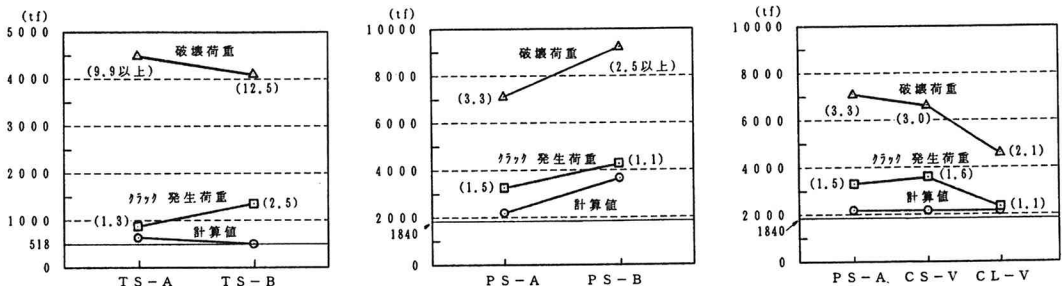


図 - 3 現 行 設 計 法 と の 比 較

4. おわりに

本実験は建設省土木研究所（構造橋梁部基礎研究室）と東京湾横断道路（株）の共同研究であり、実験業務は東京湾横断道路（株）から社団法人日本建設機械化研究所に委託して実施したものである。試験体の製作、実験作業および解析等においては多くの方々の協力を得て実施したものでここに関係諸機関および関係者各位に対し、深く謝意を表する次第である。