

広島南道路下部工事における 長尺鋼管矢板井筒基礎の施工

宝蔵寺 保典* 佐藤 典康*
道中 秀典*

要 旨

広島南道路下部工事は、都市計画南道路の宇品大橋（仮称P-30）の下部工事である。当初設計は支持地盤が深いこと、近隣の送電線鉄塔（中電）、精密機械工場および居住区等の環境対策の配慮から、無騒振工法（中掘り圧入工法）による長尺鋼管矢板井筒基礎φ1000×59m×78本の施工が計画されていた。しかし、この工法ではDL-40m以深の施工が不可能となり、改めて、綿密な工法検討を行い、高圧ジェット併用振動工法（J V工法）の採用に至った。その結果、構造物、周辺環境への問題もなく無事完工することができたが、長尺鋼管矢板の無騒振工法は決して容易な施工ではない。そこで、当工事で知り得た施工方法に関する精度管理、騒音、振動データを報告するものである。

1. はじめに

本工事は護岸より約25m沖合いに仮設作業構台を設置し、陸上施工で鋼管矢板φ1000×59m（20m+20m+19m）×78本によるφ24.842mの隔壁のある円形井筒基礎の施工である。工事場所の土質条件は、表層に捨石があり、また中間層DL-35.0m附近にN値50以上の固結した洪積粘土、玉石混り砂礫層が約5m程度存在する。また支持層はDL-55.0mと非常に深い。

以上のような条件のもと、施工は環境条件を考慮し、DL-40.0mの中間層までオールケーシング機で先行掘削砂置換を実施後、J V工法を採用した。

工事概要

- (1) 工事名称
広島南道路（有料道路事業）下部工事（4工区）
- (2) 施工場所
広島市南区宇品海岸三丁目地先
- (3) 工期
平成7年11月21日～平成9年3月15日
- (4) 発注者
広島市道路公社
- (5) 工事内容

鋼管矢板打設工	78本（図-1、表-1参照）
鋼管杭打設工	20本
仮栈橋工	1,811m ²
計測管理工	1式

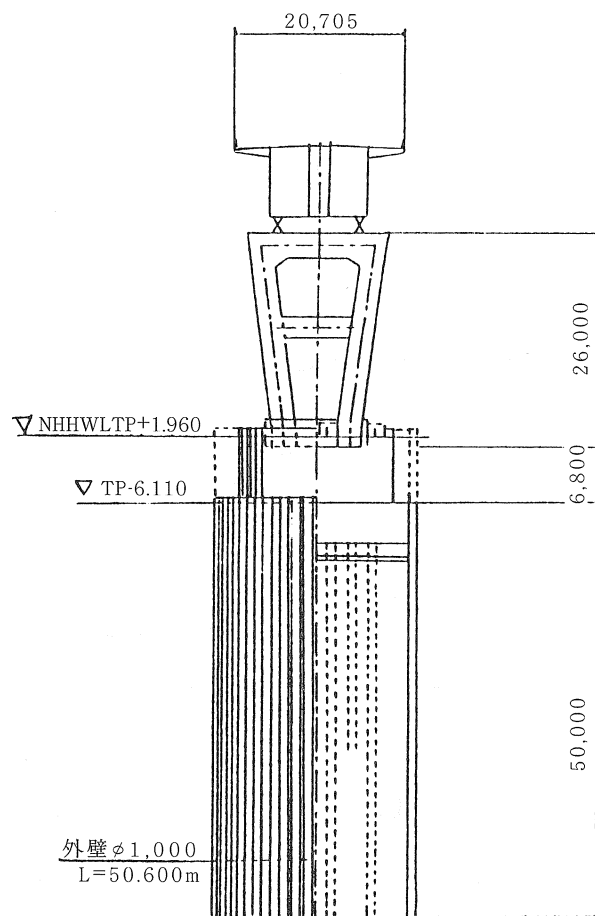


図-1 橋脚構造図

* 中国支店

表-1 施工数量

		種別	規格	本数	備考
P30基礎	外壁	鋼管矢板	φ1000 t=14mm L=59.0m	60本	JV工法
	隔壁	鋼管矢板	φ1000 t=14mm L=59.0m	18本	JV工法
		鋼管杭	φ1000 t=12mm L=59.0m	12本	JV工法
	単独杭	〃	φ1000 t=12mm L=39.5m	8本	JV工法

2. 土質概要

工事場所は広島港の東に位置し、現地盤DL-1.0~DL-32.0まで広島港特有の超軟弱地盤層で、支持層DL-55.0mの中間に固結した洪積粘土、玉石混り砂礫層のN値50以上の中間層(約5.0m)が存在する地盤である。

施工の結果、中掘り圧入工法は、この中間層以深のN値50以上の固結した洪積粘土、玉石混り砂礫層の打込みが不可能となり工法変更に至った。

ボーリング柱状図は図-2を参照。

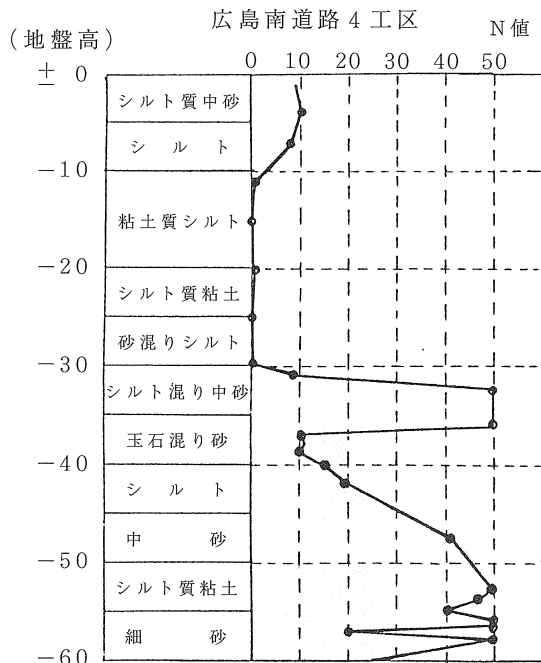


図-2 ボーリング柱状図

3. 施工方法

3.1 工法の選定

本工事は、鋼管矢板φ1000×59mの井筒基礎をJV工法により施工したものである。施工法としては大別し、中掘り圧入工法、打撃工法、振動工法の3工法があるが、本工事の適正について比較検討した結果(表-2参照)周辺環境に配慮した高圧ジェット併用振動工法(JV工法)とした。

また、施工はジェット水の詰り、矢板の打設精度を考慮し杭1本ずつ完了しながら施工する方法とした。

表-2 鋼管矢板井筒工法比較

	中掘り圧入工法	打撃工法	振動工法
工法概要	杭打機にオーガ(圧入シリンダー付)を装着し、オーガスクリューにより掘削排土しながら鋼管矢板杭を圧入貫入するものである。杭の先端処理は工法によりセメントミルクを高圧噴出し球根を築造するものと、オーガヘッドにより攪拌混合するものがある。	杭打機に油圧ハンマ又はディーゼルハンマを装着し、その打撃力で杭を貫入するこの工法は杭先端が閉塞するため先端処理は不要である。	クレーンにパイプロハンマを装着し、その振動、起振力により杭を貫入する。この工法は打込み途中引き貫入をくり返すことができるため芯ずれが生じた場合でも容易に修正することができる。そのため精度の高い打設が可能である。
支持力確認	ボーリングデータと照合し、支持力を算定することが可能 ・T N工法(テックス) ・T A I P工法(ジフトアップ) この2工法が鋼管杭に対する認定工法である	算定式により容易に可能	不可 (載荷試験による)
環境対策	無騒音、無振動工法である。	騒音、振動を伴う。	無騒音、無振動工法ではないが超高周波パイプロハンマ(油圧式パイプロハンマ)および高圧ジェット水の併用により対策可能
適用	N値30程度の砂質土、粘性土に適用できる。根入長40mまでの施工実績は多くあるが、それ以上の長尺杭は井筒工法では実績がない。	N値50程度の砂質土、粘性土に適用できる。根入長40mまでの施工実績は多くあるが、それ以上の長尺杭はオーガによるプレボーリング併用により実施しているケースが多い。	N値30程度の砂質土、粘性土に適用される。一般的に井筒工法では下杭建込みに使用されている。
評価	当初設計の施工法であり、他工区で実施した結果、DL-40.0m付近で貫入不可となった。この工法で確実に施工するためには杭の根入部全長を砂等で置換える必要があり、経済的に問題があった。	施工的に確実性は1位であるが騒音、振動を伴うため施工不可	パイプロハンマ単体による打設は貫入抵抗により根入長に限界がある。高圧ジェット水の併用は貫入抵抗を低減することができるため長尺杭の施工が可能となりまた無騒振対策となる。なお杭の最終打込み3dはジェットなしで施工する。その方法で載荷試験結果、所定の支持力を確認することができた。
	×	×	○

3.2 施工フロー

図-3に本工事の施工フロー図を示す。

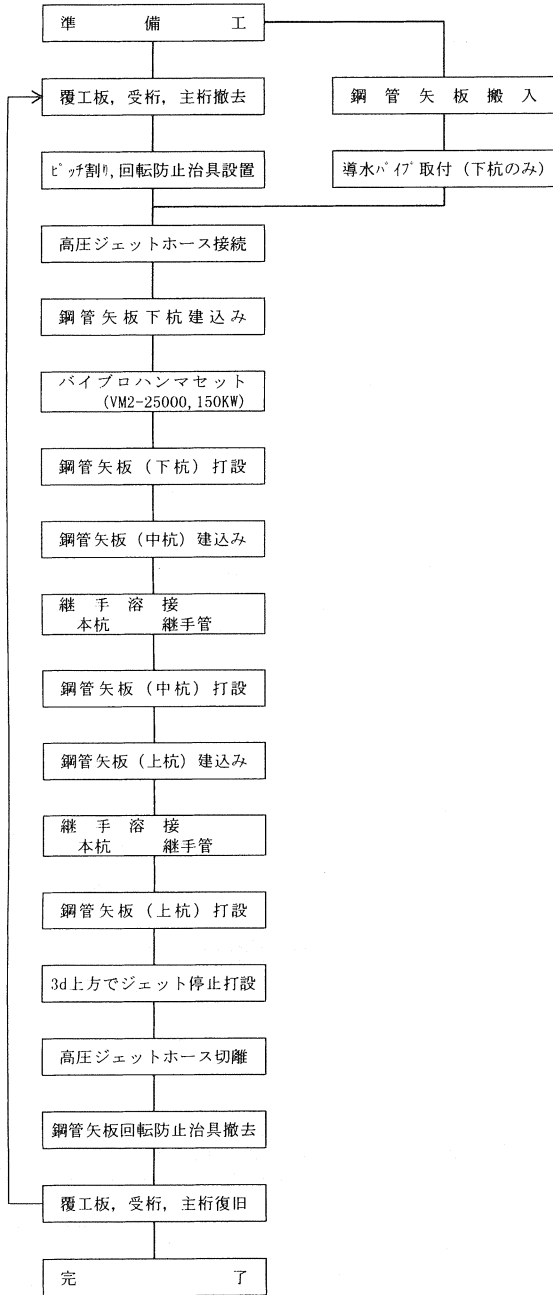


図-3 施工フロー

3.3 鋼管矢板井筒工法における閉合位置について

本工事は図-4に示すよう、中央に隔壁がある構造のため基準杭を2箇所とし、閉合箇所を3箇所で計画した。

閉合杭に隣接する両側の杭は特に鉛直、杭芯精度が要求される。そのため、基準杭より杭2本分間隔をとり閉合位置を決定した。施工では、両側各々2本の杭により精度を高めることにより、閉合杭の打設は所要時間は長かったが完了することができた。

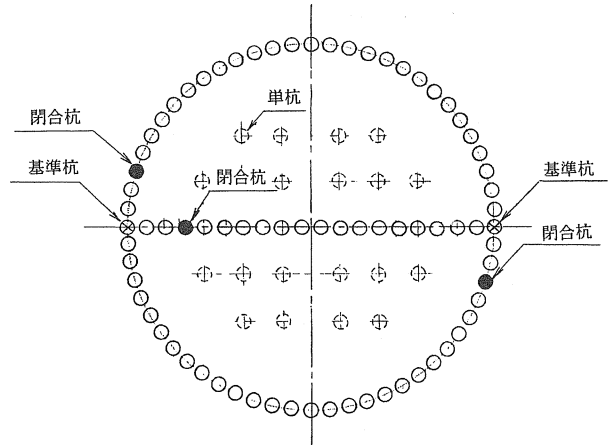


図-4 鋼管矢板井筒平面図

3.4 杭の鉛直、杭芯精度管理

(1) 杭芯精度はガイドリングおよび回転防止治具を正規の位置に取り付けるとともに、トランシット2方向で視準し、鋼管矢板の打設位置を管理した。ガイドリング状況図を図-5、6に示す。

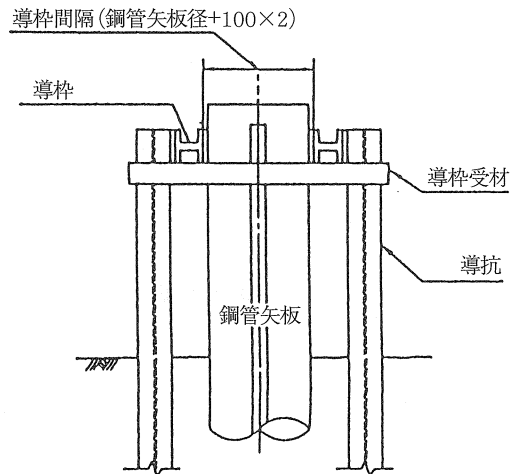


図-5 ガイドリング断面図

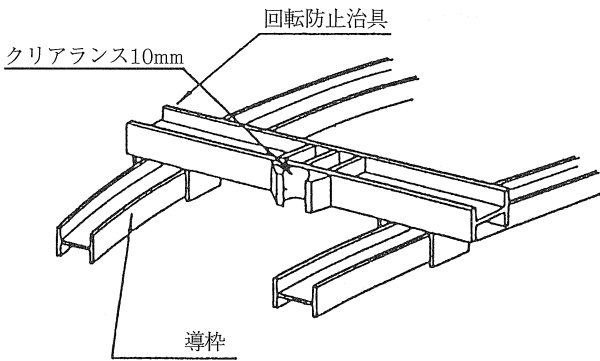


図-6 回転防止治具概念図

(2) 鉛直精度は杭そのものに1.5/1000程度の曲りがあったため、予め鋼管矢板にマーキングを入れ、下げ振り、トランシットにより1/1000の管理基準で施工を行った。

(3) 鋼管矢板のセクション先端にはセクション抵抗低減を目的とした沓が取付けてある。これが杭の下方で間隔を保つ働きをするため矢板は進行方向に倒れる傾向があった。当工事では、精度に不安のある杭は図-7に示すよう継手溶接した後、一旦引抜き、精度を確認した上で再度打設を行い、管理基準内の精度を確保した。

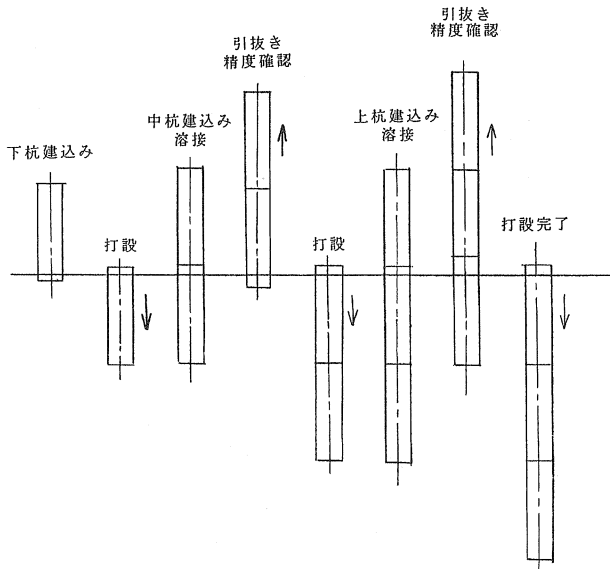


図-7 杭打設手順

(4) 鋼管矢板の継手は図-8に示すとおり、杭の軸芯を揃えることを原則とし、結果は良好であった。この方法が長尺杭の鉛直精度管理に適しているものと考察する。なお、杭長が40m以下の場合および施工状況により破線で示すような管理方法を採用することもあった。

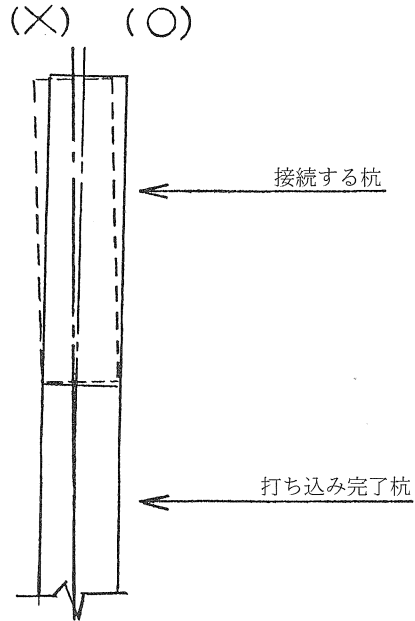


図-8 杭の接続

3.5 施工機械

施工機械は表-3に示す。また、施工状況写真を写真-1、2に示す。

表-3 主要施工機械一覧表

名 前	規 格	台 数
クローラクレーン	150 t	1 台
"	65 t	1 台
パイプロンマ (鋼管チャック付)	VM2-25000 (150kw)	1 台
ウォータージェット	SJ300	3 台
発 電 機	600KVA	1 台
"	220KVA	1 台
"	125KVA	1 台
溶 接 機	半自動 500A	2 台
高圧ジェット配管	鋼矢板1本当り 8穴	1 式

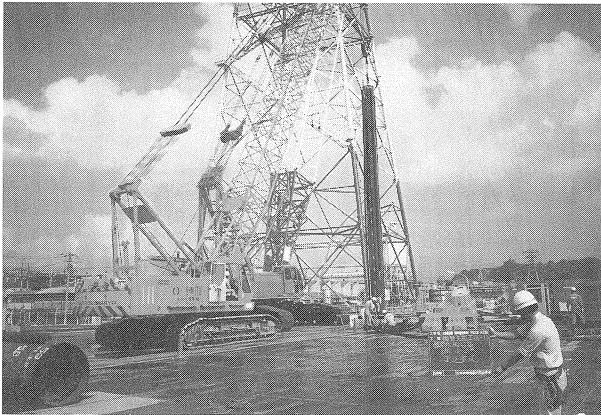


写真-1 杭打設状況

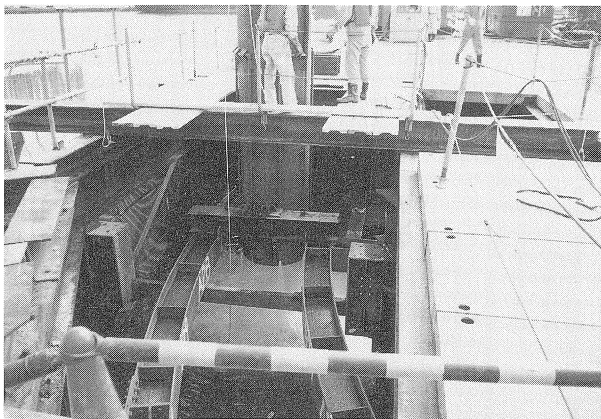


写真-2 カトリングおよびジェット噴射状況

4. 騒音、振動データ

4.1 振動

作業中の振動レベルは表-4に示すとおり、35～65dBであり、暗振動のレベルに比べると、最大30dB程度高かった。

海上の鋼矢板打設作業は、特定建設作業振動の規制対象外であるが、いずれも許容限度値を下回るレベルであった。また、事前に補強のため施工した場所打ち杭(約10m離れた地点の送電線鉄塔基礎)に取り付けた傾斜計による応力計測結果は、その鉄筋応力が(図-9)示すとおり管理値内であり、振動による問題はなかった。

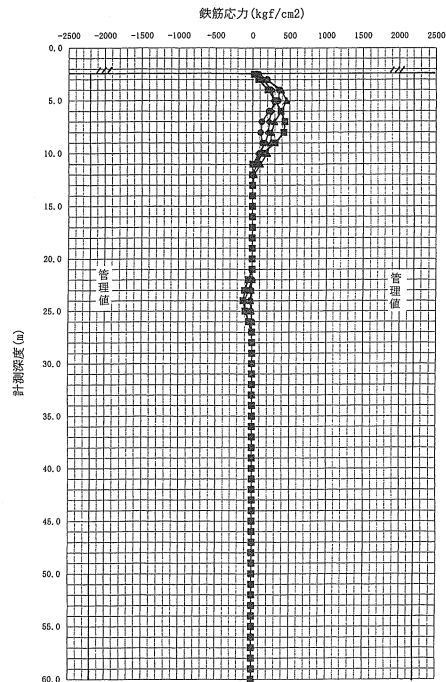


図-9 鉄筋応力分布図

表-4 鋼管矢板打設時の振動

鋼管矢板	測定時間	測定地点までの距離(m)	振動レベル[dB]	特定建設作業振動規制基準	稼働状況別振動レベル(dB) (最大値)
			80%以上の土層		
9月17日	下杭	10:31	42~47	許容限度(上端値) 75	打設開始直後 49
	}	}			打設中 47
					停止前 52
}	}	}	再打設開始直後(1~3回) 48~52		
			再打設中(1~3回) 47~49		
			停止前(1~3回) 52~54		
}	中杭	14:57	53~61	許容限度(上端値) 75	打設開始直後 53
	}	}			打設中 64
					停止前 59
}	}	}	打設開始直後 71		
			打設中 66		
			停止前 57		
}	}	}	打設開始直後 63		
			打設開始直後 63		
			停止前 53		
9月18日	下杭(再打設)	12:30	35~40	75	打設開始直後 34
	}	}			打設中 44
					停止前 45
}	}	}	打設開始直後 42		
			打設中 44		
			停止前 46		
}	}	}	再打設開始直後 46		
			再打設中 48		
			停止前 61		
}	}	}	打設開始直後 71		
			打設中 62		
			停止前 63		
}	}	}	再打設開始直後(1~3回) 56~69		
			再打設中(1~3回) 54~62		
			停止前(1~3回) 51~61		

4. 2 騒音

作業中の騒音レベルは表一5に示すとおり、74～83dB(A)であり、暗騒音のレベルに比べると、約20dB(A)高かった。

海上施工の鋼管矢板打設作業は、特定建設作業騒音の規制対象外であるが、概ね許容限度値を下回るレベルであった。

表一5 鋼管矢板打設時の騒音

鋼管矢板	測定時間	測定地点までの距離(m)	騒音レベル[dB(A)]	特定建設作業騒音規制基準	稼働状況別騒音レベル[dB(A)] (最大値)	
			90%以上の騒音			
9月17日	下杭 10:31	}	77~83	許容限度 (上端値)	打設開始直後 82	
	中杭 14:57				78~81	打設中 82
						再打設中(1~3回) 79~85
上杭 (最終) 18:17	76~78	打設開始直後 85				
}		打設中 79~85				
9月18日	下杭 12:30	}	74~75	85	打設開始直後 76	
	中杭 (系杭並) 12:53				75~78	打設中 81
						再打設中(1回) 76
	上杭 16:23				75~78	打設開始直後 74
再打設中(1~3回) 79~81						

5. まとめ

無騒振を条件とする鋼管矢板井筒基礎の施工は、今のところ中掘り圧入が主流である。この場合、地盤条件にもよるが矢板打設長は概ね40mが限界といわれている。長尺鋼管矢板の打設の可否はセクション抵抗が大きく影響しているものと考えられる。したがって、その抵抗の低減化はもとより、鉛直精度、杭芯精度は極めて重要な管理項目となる。

本工事で実施した一方向のみにセクション拘束が働く一本仕上げの杭のJ V工法は、引抜き、打込みにおいて高い作業性を示した。さらに地盤に適合した打設施工速度は矢板内空断面の閉塞を防ぐことができ、騒音、振動の影響も少なく完工することができた。

参考文献

- 1) 浅間達雄：鋼管矢板基礎、その設計と施工、pp.77-80、1992