

H型PC杭の施工

—高針御嶽線—

東京支店 土木工事事務所 西村敏英
東京支店 土木工事事務所 金子卓矢

概要: H型PC杭は、H形の断面形状をしたプレテンション方式プレストレストコンクリート部材である。平成17年度に愛知県小牧市で道路擁壁として採用されて以来、道路擁壁を中心に地下駐輪場、停泊地護岸、浸水防止壁、アンダーパスと多方面で施工実績を積み重ねてきた。また、平成20年度には、財団法人土木研究センターにおいて、技術審査証明を取得し、今後都市部の施工条件が厳しい場所での適用が期待されている。施工面でも、ナレッジマネジメントやリスク管理の実施により、さまざまな問題が解決されてきた。ここでは現在も懸案事項となっている、「掘削後のH型PC杭表面の変色に対する対応」および「設計時の変位量に対する検証」について当現場での対応策とその結果について、述べる。

Key Words: リスク管理、湿潤養生、杭頭変位量

1. はじめに

愛知県愛知郡長久手町は、名古屋市の東に位置し、通勤圏であることから名古屋市のベッドタウンとしての役割を果たしてきた。近年、市営地下鉄東山線、愛知万博開催による愛知高速交通東部丘陵線の開業により人口は急激に増加しており、住宅供給が急務な課題となっている。本工事は、その一環として宅地造成に伴う擁壁築造工事であった。工事の要求事項として、1)工期短縮が図れること、2)施工に際して近接構造物(ガス管φ600)へ影響を与えないことであった。我々は、これらを満足する施工法である、H型PC杭を提案し、その施工を行った。H型PC杭は、すでに11件の施工実績を積み重ね、ナレッジマネジメントの実施により暗黙知が形式知として整理されてきた。その結果、施工速度の向上やトラブル減少に繋がってきている。一方で、掘削後の表面の変色が問題となっており、同路線において発注された過去のH型PC杭工事でも指摘されていた。よって、この点については、本工事でも発注者から改善を求められていた。そこで、我々は、リスク管理を実施し、リスクの分析・評価を行い、その対応策を検討し、施工を行った。本稿では、リスク評価、リスク対策、リスク対策によるその効果について述べる。

2. 工事概要

工事名：長湫南部土地区画整理事業 高針御嶽線擁壁築造工事

発注者：長湫南部土地区画整理組合

工事場所：愛知県愛知郡長久手町長湫南部土地区画整理事業地内

工期：自)平成20年10月17日 至)平成21年6月30日

構造形式：H型PC杭 H540タイプ、自立擁壁

L=11.0m 57本, L=11.5m 37本, 計94本



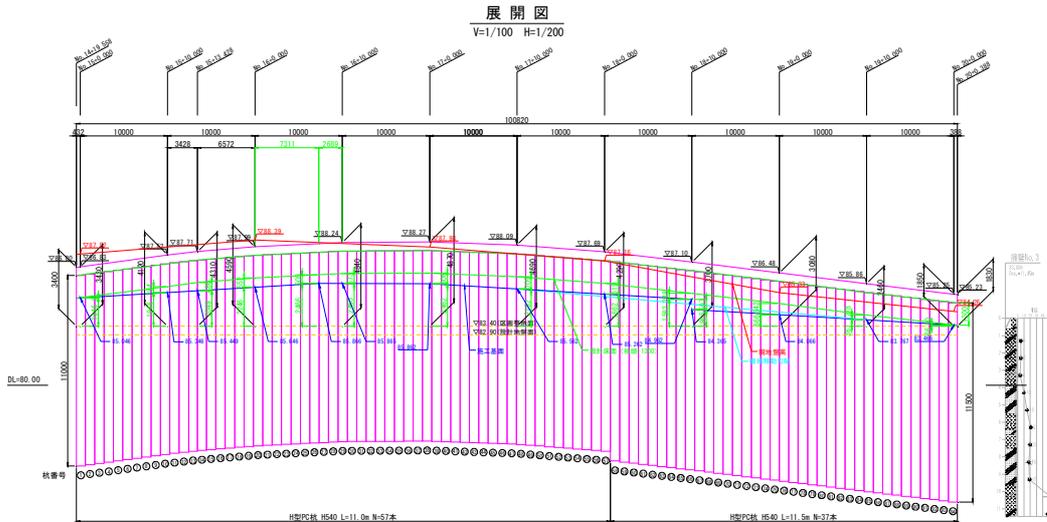
西村敏英



金子卓矢



写真-1 完成写真



平面図 S=1:200

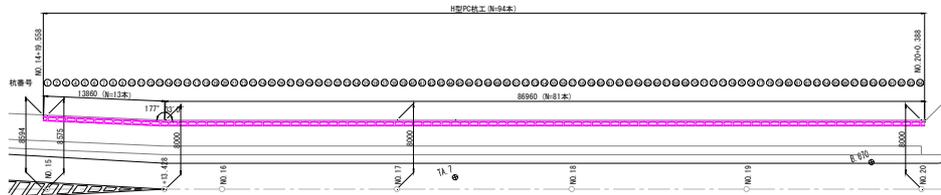


図-1 H型PC杭構造図

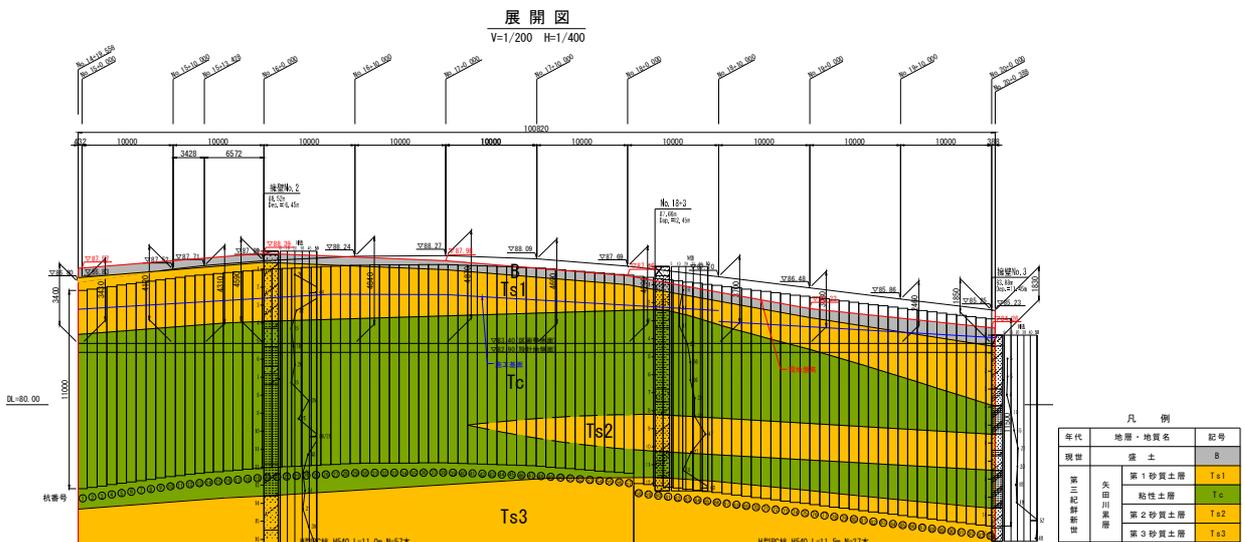


図-2 地層想定断面図

3. リスク評価

3.1 リスク管理の実施

リスク管理¹⁾は、リスク管理フロー（図-3）に基づき実施した。

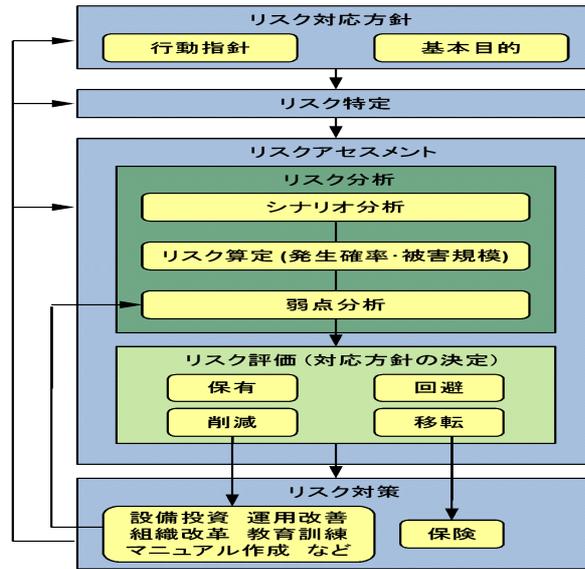


図-3 リスク管理フロー

3.2 リスク評価

リスク分析・評価の結果、本工事では、削減すべきものとして、「掘削後の H 型 PC 杭表面の変色」、回避すべきものとして、「近接構造物(ガス管φ600)への影響」という二点を重要なリスクとして評価した。

4. リスク対策

4.1 掘削後の H 型 PC 杭表面の変色について

平成 20 年度の別発注者による同路線の H 型 PC 杭工事で、掘削後、杭表面に白色の斑模様が発生した（写真-2）。杭は、出荷時の工場検査、搬入時の受け入れ検査とも合格しており、打設前の杭表面には、異常は見られなかった。H 型 PC 杭は、平成 20 年 12 月～平成 21 年 1 月に打設が行われ、2 ヶ月後の同年 3 月に杭前面の掘削を 5m 程度行った。

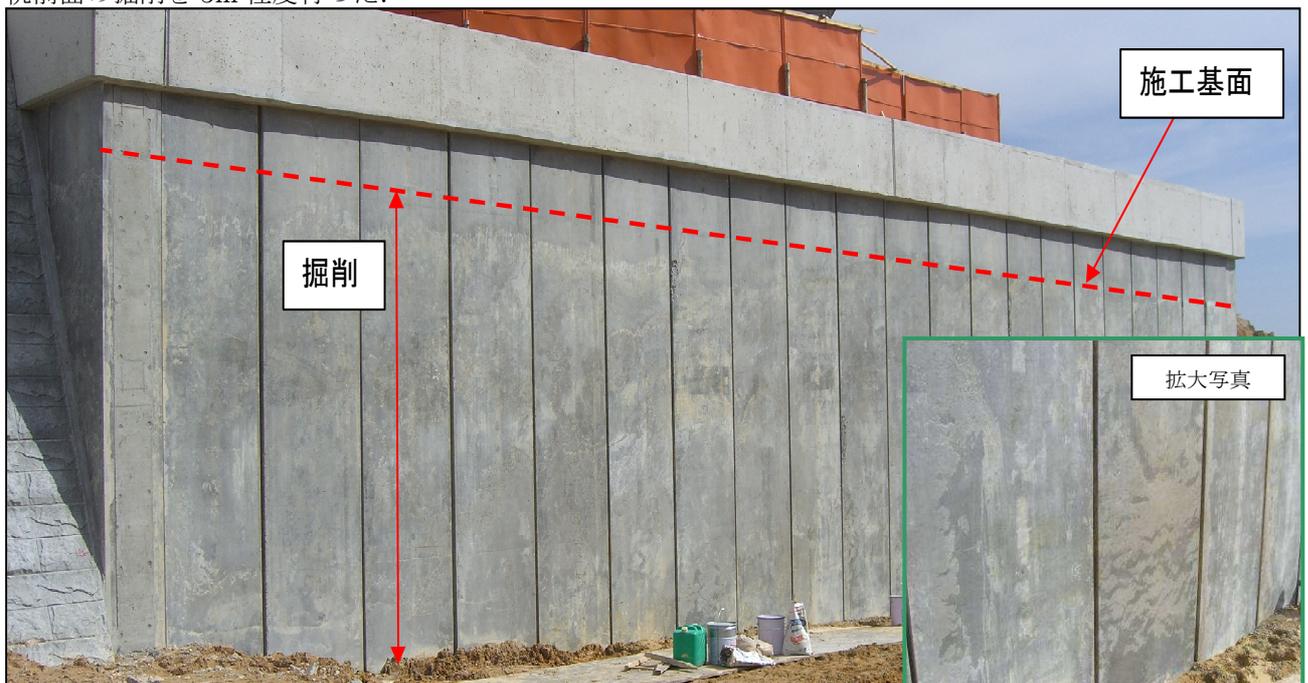


写真-2 同路線の H 型 PC 杭表面写真

H型PC杭は、当時10件の施工実績を積み重ねていたが同工事に見られるような掘削後の杭表面の変色による異常は報告されていなかった。そこで過去の実績を、施工地域、施工時期、土質というパラメータで再分析した。その結果、名古屋地区で施工された他の2物件についても若干の杭表面の変色が確認された。これは、含水が多くシルト・粘土・砂・礫の互層からなり、亜炭層や火山灰層を挟む東海地区特有の土質（矢田川層）がプレキャストPC部材であるH型PC杭表面で何らかの反応に影響を及ぼしているものと考えた。そこで、杭表面を削りとり採取した試料と現地の土を採取し、(株)宇部三菱セメント研究所へ分析を依頼した。また、過去のH型PC杭製造工場で、型枠の剥離材料、H型PC杭の配合・養生方法についてヒアリング調査を実施するとともに、既往の研究結果についても調査した。

4.1.1 (株)宇部三菱セメント研究所による分析結果

(株)宇部三菱セメント研究所では、以下の3点について分析を行った²⁾。

- 1) 掘削場所より採取した2種類の掘削土（白色土，黄土）のpH測定
- 2) 掘削土を採取し、粉末X線回折装置（ブルカーエイエックス社製 D8ADVANCE）による構成物質の同定
- 3) H型PC杭の表面の白色部および灰色部を削り取り粉末状に調整した後、粉末X線回折装置による鉱物の同定

掘削土のpHを測定した結果を表-1に示す。

- 1) 掘削土より採取した試料の構成物質の同定を行なった結果、いずれも骨材起源の石英、灰長石および雲母が認められたが、コンクリートに変色や劣化などを生じさせる鉱物は確認できなかった。
- 2) コンクリート表面の白色部および灰色部から採取した試料の構成物質の同定を行なった結果、灰色部からは骨材起源の石英およびセメント水和物が炭酸化したカルサイト（ CaCO_3 ）が認められた。一方白色部も同様に、石英およびカルサイト（ CaCO_3 ）が認められるが、そのピークはほとんどカルサイト（ CaCO_3 ）であった。

これらの結果より、杭表面の白色部はカルサイト（ CaCO_3 ）と推測される。また、その原因としては、土壌中の水分がコンクリート表面に浸入し、これが乾燥した際に生成する二次エフロレンスの可能性が考えられるが、確定するには至らなかった。

表-1 掘削土のpH

	pH
白色土	6.7
黄土	10.0

4.1.2 製造工場へのヒアリング調査結果

製造工場へのヒアリング調査は、型枠の剥離材の種類、H型PC杭の配合および養生方法について行った。剥離材の種類は、他工場と同一のものであり、H型PC杭の配合については、表-2に示す。養生方法は、14時間の常圧蒸気養生を行っていた。これらの結果より、型枠の剥離材の種類、H型PC杭の配合および養生方法については、他工場との差異は確認出来なかった。

表-2 H型PC杭の配合

スランプ フロー (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)				
				W	C	S	G	混和剤
50±7.5	2.0±1.5	28.1	47.0	155	552	793	922	4.41

セメント：宇部三菱セメント(株)製 早強ポルトランドセメント（宇部工場）

骨材：川砂・川砂利使用，混和剤：花王(株)製 高性能減水剤（マイティ 21LV）

5.1 掘削後のH型PC杭表面の変色について

初期材令時における湿潤養生は、製作工場においてH型PC杭下面に配管を施し、水道水により行った(写真-3)。



写真-3 工場養生



写真-4 H型PC杭湿潤養生

本工事のH型PC杭は、平成20年12月～平成21年1月に打設が行われ、2ヶ月後の同年3月に杭前面を5m程度掘削した。これは、前回工事とほぼ同じ工程である。掘削後の表面は、前回工事と比べると変色は少なくなっているものの、養生水の水跡が非常に目立った(写真-4)。初期材令時における湿潤養生と杭表面の変色との因果関係は、はっきり確認することはできなかったが、今後の工事においても引き続き初期材令における湿潤養生を継続し、長期的な観察が必要であると思われる。また、工場における湿潤養生方法についても再検討が必要である。

5.2 近接構造物(ガス管φ600)への影響について

各施工段階における杭頭変位量計測結果を表-3および図-3に示す。

表-3 杭頭変位量計測結果

施工段階	測定日	施工段階における杭頭変位量 (mm)					
		測点					
		No. 15	No. 16	No. 17	No. 18	No. 19	No. 20
掘削開始前	2009. 2. 20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
掘削完了	2009. 3. 24	1.0	2.0	2.0	-2.0	5.0	1.0
掘削完了後1ヶ月	2009. 4. 24	1.0	2.0	2.0	-2.0	6.0	1.0
掘削完了後2ヶ月	2009. 5. 26	1.0	2.0	3.0	-4.0	8.0	2.0
計算値		5.1	10.9	12.0	8.3	8.5	3.4

施工段階における杭頭変位量

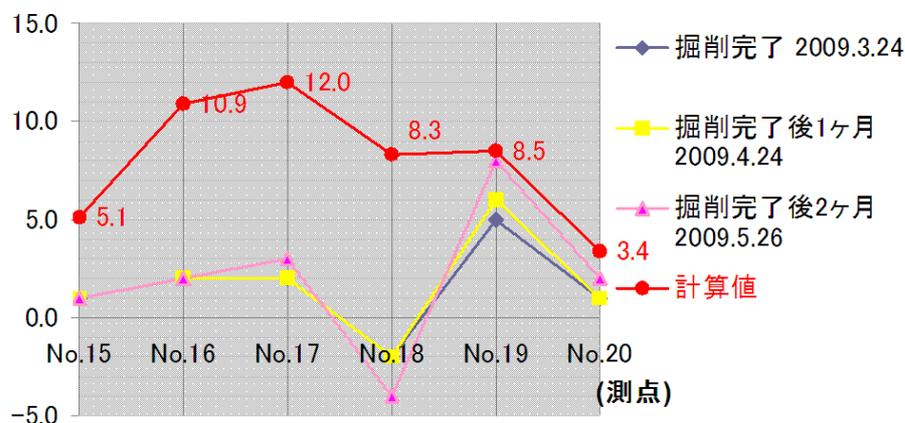


図-3 杭頭変位量計測結果

計測結果より、最も大きい杭頭変位量は、測点 No.19 で掘削完了後2ヶ月の8.0mmであった。掘削完了時に5mmの変位を生じたが、計算値に対しては58.8%の値である。また、その後2ヶ月が経過しており、変位量の増加が見られないことから変位は収束していると考えられる。最終的な計測値である8mmは、許容

変位量 50mm と比較すると 16%に過ぎない。ガス管の沈下量は、許容量 20mm, 管理値 4mm と管理規準値⁴⁾が定められているが、供用道路での沈下量測定では、誤差の範囲で変化は見られなかった。以上より、近接構造物(ガス管φ600)への影響は無いと考えられる。

6. まとめ

事前にリスクアセスメントを実施し、リスクの分析・評価を行い、その対応策を検討し、施工を行うことでリスクを削減・回避することができた。リスク管理の精度を上げるためには、リスクの認知を歪めるさまざまなバイアスの排除が必要であることを実感した。今後は、CS(Customer Satisfaction)をより充実させ、H型PC杭がデファクトスタンダードとして発展することを期待いたします。

謝辞

本工事の施工では、多大なるご指導、ご協力をいただいた関係各位に、心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) (社) 日本技術士会：技術士制度における総合技術監理部門の技術体系，2001.6
- 2) (株) 宇部三菱セメント研究所：コンクリート表面白色部の調査結果報告書，2008.4
- 3) Cement Science and Concrete Technology, No60, 2006：養生が強度と物質移動抵抗性に及ぼす影響感度の相違に関する研究，2006
- 4) (社) 地盤工学会：計測結果の解釈と計測管理