

和歌山地方合同庁舎の地下部施工にかかる湧水対策について

葛城 孝

近畿地方整備局 営繕部 保全指導・監督室 (〒530-0005大阪府大阪市北区中之島4-1-6)

営繕部においては、現在、平成29年度の完成を目指し和歌山地方合同庁舎の新築整備を進めている。当庁舎は地下階を有し、安全施工のためには地下水対策および当該対策による敷地周辺への影響がない工法が求められた。各種地下水対策がある中、営繕工事でははじめてとなるスーパーウェルポイント工法及び真空プレス型リチャージウェル工法を採用した。

本研究では、本工法の採用にいたる検討事項や、現場施工の状況を報告するとともに、現場見学会「魅せる！現場」において、本工法の技術を紹介し、建築関係技術者の知識習得を図ったことについても紹介したい。

キーワード 地下水対策、排水工法・リチャージ工法、魅せる！現場

1. はじめに

和歌山地方合同庁舎は、現合同庁舎の耐震性能不足と老朽等の問題解消と、市内の国家機関8官署の集約化を図ることによって、新たな行政拠点を形成して、安全安心、業務効率化と行政サービスの更なる向上を図ることを目的に整備を進めている。

また和歌山城周辺の景観と調和した良好な都市環境づくりを推進することで、和歌山の地域風土・歴史・文化に配慮した合同庁舎を目指している。

本庁舎の計画地は、地下水位が高い (GL-2.5m) ことから、地下部施工にあたっての地下水対策が課題であった。その解決策として採用したのがスーパーウェルポイント工法 (以下 SWP 工法) 及び真空プレス型リチャージウェル工法 (以下 VPRW 工法) である。

本研究では検討経緯を含め、その概要について報告する。



図-1 敷地周辺図

2. 工事概要

工事場所：和歌山市二番丁3

敷地面積： 6,501.17㎡

構造・規模：庁舎 鉄骨造 (一部鉄筋鉄骨コンクリート造)
地上10階、地下1階

延床面積： 21,589㎡

屋外立体駐車場 地上2階 (3層駐車)

工期：H27.9～H30.2 (庁舎部分 H29.7末)

敷地は和歌山城のお堀の東側に面する堀端通り沿いにある。(図-1 参照)

3. 全体工程計画

工事の全体工程の概要は図-1による。工程計画では杭工事の後、建物外周部分にシートパイル (L=16.5m) による山留め工事、続いて掘削等土工事を行う計画であった。工事準備を進める中、地下水位が高く、相当量の地下水が見込まれることが懸念されたことから工事受注者から提出された、山留め工事の変更を含めた仮設工事の変更提案を検討することになった。

庁舎完成日から逆算すると、検討に許される時間は約1.5月に制約された。(図-2 参照)

	H27年度				H28年度				H29年度				
	9	11	1	2	3	4	6	1	3	4	7	8	2
庁舎工事													
準備工事													
杭工事													
山留工事													
土工事													
躯体工事													
仕上工事													
立体駐車場工事													

図-2 工事工程表と検討時期

4. 山留め工法の検討

山留め工事の変更にあたっては、工事場所の地盤の状況や地下水対策について、設計者が発注時にどのように考え、工事図面及び仕様書に反映させたかを確認するところから始めることとなった。

設計段階では、当時あった5本のボーリングデータがあったが、うち3本は1961年当時のものでGL-20mまでのボーリングデータであったことから、ボーリング深度深い2本のデータよりGL-24m付近に遮水層（礫混り砂質粘土）があると判断されていた。このため、地下水の排水量を少なくするためにシートパイルを遮水層まで延ばす案と、排水量が増えてもシートパイルを必要最低限のGL-16mで止め、施工性を高める案の比較検討を行った。その結果、排水にかかる下水道使用料金とシートパイルの総延長の差額が同等と考え、施行性等を考慮し、後者のシートパイルをGL-16mで止める案に決定したものだ。

しかし、工事発注後、工事受注者は設計図どおりに施工を行った場合、想定外の地下水量により、排水量が下水道能力を超過する恐れや山留めの変形量が大きく周辺への影響が大きい、ドライ施工が見込めない等の懸念材料が考えられたため、2本の現地ボーリング調査を実施し、地層の再確認を行った。

その結果、遮水層の厚みが薄いところは30cmほどしかなく、しかも遮水層として有効な地層が確認されない

箇所が存在が明らかになった。

このため、設計段階で比較したシートパイルをGL-24mまで延ばす案では、24mのシートパイルを打設し、かつ薄い遮水層で止めることが可能なかどうか、また、シートパイル間や遮水層が有効でないところからシートパイルの下端を回り込む地下水の発生は避けられないのではないかと懸念事項が残った。

そこで、シートパイルに変えて、GL-24mまでSMW工法で行う案を検討した。施工コスト面では約1.4倍であるが、シートパイルに比べ、剛性が大きいので土圧による変形量を抑えることが可能となる上、山留め面からの地下水の流入の低減は期待できるものの、敷地境界付近での施工となることから施工スペースの確保や建設機械や研りに伴う騒音・粉じん対策の問題、遮水層が有効でないところからシートパイルの下端を回り込む地下水の発生は同程度発生するという課題が残った。（図-3に山留め工法の比較を示す。）

なお、薬液注入による不透水層を形成し遮水する底盤改良工法も検討したが、費用や工程の面で明らかに不利と判断し採用に至らなかった。

5. 更なる検討

また、検討を進める中で、地下水排水量の試算が重要な項目になるのではないかと方向性が見いだされた。すなわち、各種山留め壁及び揚水装置にかかるイニシヤ

検討図	当初計画	検討 A案	検討 B案
山留仕様	シートパイル 長さ L=16.5m ディープウェル(DW) 3ヶ所	シートパイル 長さ L=24.0m ディープウェル(DW) 3ヶ所	SMW 長さ L=24.0m ディープウェル(DW) 3ヶ所
湧水量	約5.5倍	約1.3倍	1倍(基準)
山留変形量	大	大	小
工期	基準	0.5月増	残置させることで当初計画と同じ
施工コスト	1倍(基準)	約1.25倍	約1.4倍
排水コスト	約5.5倍	約1.3倍	1倍(基準)
トータルコスト	1倍(基準)	約0.85倍	1倍
課題	<ul style="list-style-type: none"> 排水量が下水道能力を超過するおそれ 変形量大で隣地の地割れ発生のおそれ ドライ施工が見込めない 	<ul style="list-style-type: none"> 遮水層の存在不明で排水コスト増のおそれ 変形量大で隣地の地割れ発生のおそれ シートパイルが長大で施工性に難あり 	<ul style="list-style-type: none"> 施工スペースの確保が困難 施工コストが増
評価	×	△	△

図-3 山留め工法の比較検討

ルコストと地下水の排水にかかる下水道使用料のランニングコストとのトータルコストにおいて、どの工法が最も優位かを判断するため、より正確な地下水量の想定が求められた。

試算にあたっては、現場周辺での工事实績値から単位時間あたりの降雨量、山留め壁からの浸透量、山留め壁を回り込む湧水量に区分して検討した。また、地下部の施工期間が長くなれば、下水道使用期間も長くなることから施工期間も加味して検討した。

地下水は一般的にディープウェル工法により揚水し、下水道への排水するものであるが、当敷地周囲の下水道の処理能力を確認したところ、当初計画で試算した地下水量を処理するだけの能力がないことが判明した。

また、現場周辺での工事では、地下水発生により山留めや水替えに苦労したとの情報があったことから、更なる別の工法を模索した。

その結果、下水道に排水する地下水を、覆水管を設置して地中に戻す（リチャージ）ことで、費用面では下水道排水と同等程度以下で、かつ作業員の安全確保、地下

部施工の作業効率性の確保が可能となるSWP工法・VPRW工法を検討することとした。

本工法の特徴は真空圧を排水しようとする掘削底面地盤に伝授させることによって山留壁で囲われた内部の水位低下を外部に比べて優位に促進することにある。

この事によって山留め壁外部の水位低下はディープウェル工法に比べて少なく、周辺への影響も少ない。また、揚水した地下水は地中深部に覆水させるために下水道の使用がディープウェル工法に比べて極端に少ないところにあることから、SWP工法・VPRW工法を採用することとした。（図-4に水替工法の比較を示す。）

6. 現場の施工状況

設計時の想定地下水位はGL-2.5mであったが、試掘したところ、GL-2.0m付近で地下水が確認された。このため効率的に揚水を行うためにGL-17mまで揚水管（ストレーナー）を設置し、またリチャージのため不透水層に深のGL-56mまで覆水管を設置してシステムを構成するものである。

本工事では、山留め内に揚水管（ストレーナー）を庁

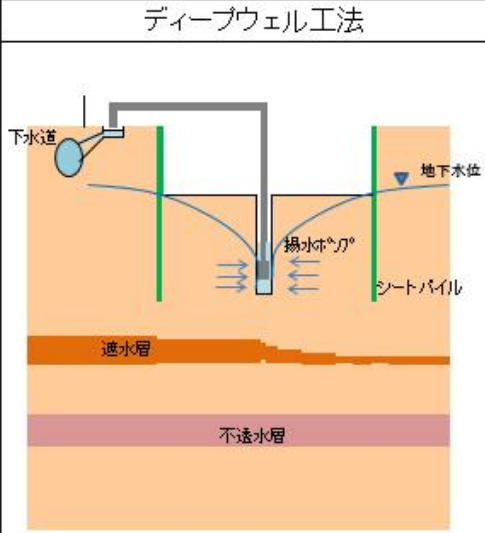
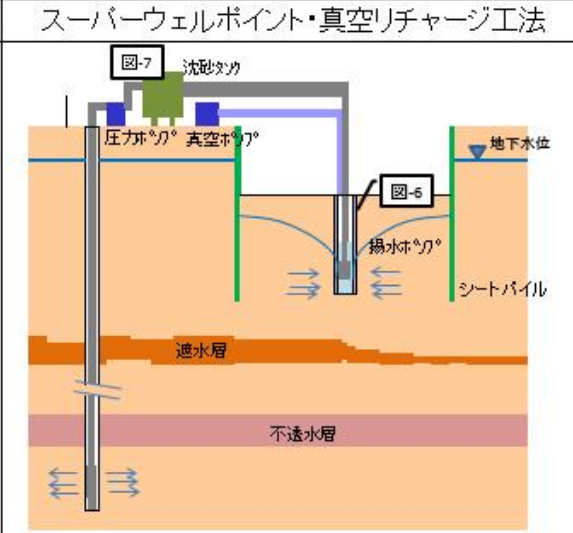
	ディープウェル工法	スーパーウェルポイント・真空リチャージ工法
概念図		
工法の概要	揚水した地下水は下水道に排水 ディープウェル 16m 2本 12.5m 1本	揚水した地下水は覆水井戸に排水 スーパーウェル 17m 3本 覆水ウェル 56m 2本
水位	山留壁の内側外側ともに水位低下	山留壁の外側の水位低下を抑制
真空度	0%	50~90%
揚水期間	14ヶ月	同左
施工コスト	1倍(基準)	約7.5倍
排水コスト	電気料金 1倍(基準) 下水道料金 約44倍	電気料金 約4.5倍 下水道料金 1倍(基準) 井戸洗浄時に利用
トータルコスト	約2.2倍	1倍(基準)
評価	△	○ (採用)

図-4 水替工法の比較検討

舎部分（A工区）2本と地下部に接続するスロープ部（B工区）1本の計3本を設置した。また、それらの揚水を排水するために覆水管を計2本設置した。

その結果、実揚水量については、1.86m³/分、山留壁外側の水位はGL-6m前後で落ち着き、ドライ施工が実現した。なお、運転期間は、2016年2月27日から2017年4月19日までの役14ヶ月間となった。（SWP・VPRWの配置は図-5による。）

7. 考察

本工事では、地下部の掘削土を場外搬出するものであるが、SWP工法・VPRW工法の採用により、ドライ施工が可能となり、掘削土の水分を取り除く工程は不要となり、直接ダンプに積載し搬出することができたことが長所の1つといえよう。なお土質は砂層主体であり、掘削工程は順調に進んだ。

また、山留め外周部の地下水位は、GL-6mに保たれ、和歌山城の堀の水位への影響はなかった。また、近隣周辺への影響もなかった。

加えて、実揚水量については、運転期間が14ヶ月となったことから、総量で352,450m³となり、これをリチャージせず下水道を使用したとすると、119,833,000円の使用料金が掛かることとなり、経費の削減が出来た事も大きな成果だと言える。

8. 現場見学会「魅せる！現場」の取組み

本工事は平成28年度において、近畿地方整備局の「魅せる！現場」に登録し、「ものづくり」の玉手箱

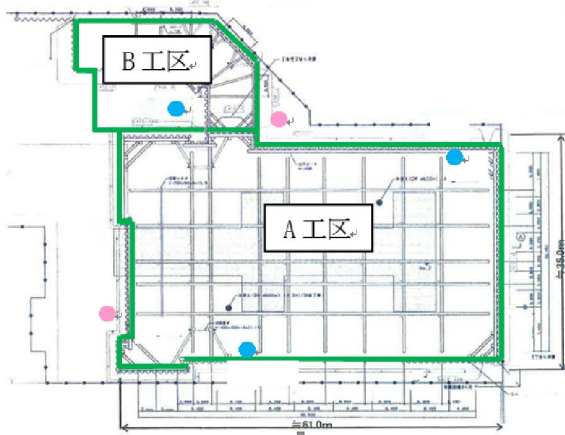


図-5 スーパーウェル・リチャージウェルの配置図



図-6 ストレーナーの施工状況 図-7 VPRWの施工状況

ろんな建築技術をみてみよう」と銘打って、近畿管内の建築分野においては採用実績がほとんどない、SWP工法・VPRW工法を始め、地下躯体の止水対策、鉄骨の建方状況、外壁プレキャストコンクリートパネルの設置状況等、見学時期により様々な建築技術を見て頂くことで、建築への関心と夢を広げてもらう事を目的に、2016年5月25日から2017年3月28日の期間に10回開催し、延205人の参加があった。参加者は工業高校生、大学生、障害児者福祉サービス利用児童、自治体職員、建築資材メーカー団体と幅広い参加となった。

特に、建築への関心と夢を広げてもらう事を目的としている観点から、和歌山工業高校建築科、和歌山大学システム工学部に案内を行い賛同を得た。

また、見学会後のアンケートでは、SWP工法・VPRW工法について、「大きなシステムを実際に見て良い経験になった」「効率の良い工法だ」「興味を持った」「勉強になった」等の意見が寄せられた。

それ以外でも、「とてもやりがいのある仕事だと思った」「現場で働きたいと思った」「積層の外壁デザインに興味を持った」「作業員の方が格好良かった、同じ様な仕事をしてみたいと思った」「将来、何かの職人になりたいと思い、良いきっかけになった」などの声が寄せられ、目的どおり建築への関心と夢を広げてもらうことが出来たと考えている。（図-8参照）

9. おわりに

今回の工法選定に当たっては、営繕部内で「営繕工事施工計画検討委員会」を開催し、様々な条件を想定し検討を行った。その際、多くの方から意見やアドバイスを頂き、より良い検討が出来た。

また、「魅せる！現場」では、施工業者の若手職員に現場の楽しさや苦勞を紹介して頂いたほか、作業員の方に作業の説明や実演なども行って頂き、参加者の方に好評価を得た事を報告すると共に、「魅せる！現場」に参加した若者達が建築関係の仕事に携わることを期待し、終わりとする。



図-8 「魅せる！現場」の開催状況