

大阪市域における地盤環境に配慮した地下水の 有効利用に関する検討結果

(第二次中間とりまとめ)

大阪市

目 次

1. 検討の経緯	1
(1) 第一次とりまとめ「大阪市域における地盤環境に配慮した地下水の有効利用に関する検討結果（平成 31 年 2 月）」	1
(2) 国家戦略特区の規制緩和提案	2
(3) 国家戦略特区における新たな特例措置（共同命令）の公布・施行	2
2. 新たな検討課題と実証試験	3
(1) 新たな実証試験の場所	3
(2) 実証試験の概要	4
(3) 実証試験の結果	5
1) 全量還水の実現	5
2) 全量還水時における地下水位低下量	5
3) 帯水層蓄熱システムの応力変化による地盤変動	6
3. 帯水層蓄熱システムの適用性	8
(1) 帯水層蓄熱システムが地盤に与える応力変化	8
(2) 帯水層蓄熱システムの応力変化と粘土層の圧密降伏応力との関係	9
(3) 指定地域等における圧密降伏応力	10
(4) 僅かな弾性変形の予測	12
4. 第二次中間とりまとめ	14
 付録 1 熱源井近傍の地盤高	15
付録 2 粘土層の圧密降伏応力	17

1. 検討の経緯

高度経済成長期、大阪市をはじめ大都市の平野部では、地下水の過剰な汲み上げにより、地下水位の低下と地盤沈下が発生した。

大阪市では、工業のみならず、ビルの冷暖房等にも地下水が利用され、地盤沈下は湾岸部から内陸部まで広範囲に及んだが、昭和 37 年に施行された「建築物用地下水の採取の規制に関する法律」等による地下水の採取規制により昭和 40 年代頃からは沈静化している。

法による地下水の採取規制は現在もなお続いているが、大阪市では、産学官連携の下、新たな地下水利用技術「帯水層蓄熱のための低コスト高性能熱源井とヒートポンプのシステム化に関する技術開発」（環境省 CO₂ 排出削減強化誘導型技術開発・実証事業）に取り組み、我が国では初めての試みとなる大規模な帯水層蓄熱利用技術を確立した。その結果、一定の知見を得ることができた。

この成果から、同技術の速やかな社会実装及び普及の促進に寄与することを目的として、平成 28 年に「大阪市域における地盤環境に配慮した地下水の有効利用に関する検討会議」を設置し、地下水の適正な有効利用のあり方の検討を行い、平成 31 年 2 月には、第一次とりまとめを公表している。

(1) 第一次とりまとめ「大阪市域における地盤環境に配慮した地下水の有効利用に関する検討結果（平成 31 年 2 月）」

概要

- ① 大阪市うめきた地区で実施した実証試験の結果、帯水層蓄熱システムは、汲み上げた地下水から熱のみを採り出した後、全量を元の地層に還元するため、長期間の連続運転においても地盤沈下は生じなかった。
- ② 大阪市域の規制地域内の洪積粘土層は一定の弾性があり、帯水層蓄熱システムによる地下水位の変動が地盤に与える力は、これに比べて十分に小さいことから、建物の空調用に利用する限り、帯水層蓄熱システムは、汲み上げた地下水を還元するため大阪市の地下水採取規制区域の全域で、地盤沈下を生じることなく利用できることがわかった。今後、この成果の立証に向けたさらなる検証が必要である。
- ③ 技術開発・実証事業の成果に基づき、帯水層蓄熱システムを適正に利用するために必要となる設備・構造に係る要求事項や設計上の留意事項及びシステムの運用中のモニタリングについてとりまとめた。
- ④ 実証試験を行ったうめきた地区のみならず、大阪市の陸域の第 2 洪積砂礫層（Dg2）以深の帯水層においても地下水の熱源利用が可能と考えられることから、これを立証するため、今後は地盤沈下に対してより条件が厳しい地域での実証試験等が必要である。

(2) 国家戦略特区の規制緩和提案

大阪市は、第一次とりまとめをもとに、平成 30 年 8 月 17 日に国家戦略特区における新たな特例措置として、建築物の冷暖房を目的とした地下水の熱利用の際、汲み上げた地下水を全量還元する場合に限り、建築物用地下水の採取の規制に関する法律第 4 条の規定に基づき許可できる特例措置を定めることを提案した。

(3) 国家戦略特区における新たな特例措置(共同命令)の公布・施行

内閣府及び環境省では、令和元年 8 月 27 日、「環境省関係国家戦略特別区域法第二十六条に規定する政令等規制事業に係る省令の特例に関する措置を定める命令の一部を改正する命令」が公布・施行された。

この命令の改正は、大阪市からの帯水層蓄熱利用の普及に向けた国家戦略特区の規制緩和提案を受け、自治体がリスク管理のための措置を講ずる場合に、実証試験等を通じて地盤沈下等が生じないことが確認された建築物用地下水の採取に関する特例措置を実現するため、現行の技術的基準の緩和を行うものとされた。

概要

二以上の揚水設備を用いて帯水層にある被圧地下水の揚水及び還水を一体的に行うことを通じて当該地下水を冷暖房の用に供する事業（採取した地下水の全量を外気に接することなく同一の帯水層へ還元するものに限る）について、次の要件（以下、本書では「措置要件」という。）を満たす場合に地下水の採取に係る特例措置を適用する（事業で用いるストレーナー位置、ポンプの吐出口断面積は、実証試験の範囲内とする）。

- ① 事業を実施する場所は、連続する敷地で一体的に開発を行う区域とし、かつ、連続した地層構成及び同一の土質を有すること。
- ② 事業を実施する場所における土質に係る測定結果（揚水を行う帯水層に接する粘性土層の載荷に対する圧密量の測定結果を含む。）により、当該粘性土層が過圧密の状態にあり、かつ、揚水時の圧密圧力が圧密降伏応力に対して十分に小さいと認められること。
- ③ 事業を実施する場所において、季節に応じた地下水や地盤への影響を把握するために十分な期間、当該事業と同程度の規模で被圧地下水を採取し、その全量を同一の帯水層へ還元する実証試験を実施した結果、当該場所及びその周辺において、地下水位、地盤高、地下水の水質及び間隙水圧に著しい変化が認められないこと。
- ④ 前述の実証試験から得られる情報及び当該設備の運用時に想定される熱負荷に基づいて実施される地下水の温度変化に係るシミュレーション（実測値が再現できるものに限る。）により得られる情報から、地下水の温度に著しい変化が認められないと想定されること。
- ⑤ 揚水設備の維持管理及び緊急時の対応に関する計画の策定、揚水設備の試運転の実施、事業の実施期間中におけるモニタリングの実施及び当該モニタリングから得られる情報の都道府県知事への報告、緊急時の都道府県知事への報告その他の地盤沈下の防止等の観点から必要な措置を講じられていること。

2. 新たな検討課題と実証試験

特例措置は、導入予定地での実質約1年、事業規模の実証試験を要するものであった。

したがって、第一次とりまとめにおいても、評価の対象について、埋立地を除いた大阪市の陸域とした上で第2 洪積砂礫層 (Dg2) 以深の帯水層において地下水の熱源利用が可能との考えを示し、これを立証するには、地盤沈下に対してさらに条件の厳しい地域での実証試験が必要としていた。

(1) 新たな実証試験の場所

第一次とりまとめの成果をより広域的に適用するため、地盤沈下に対してより条件が厳しく、埋立地である図1に示す舞洲地区において、新たに実施した実証事業「複数帯水層を活用した密集市街地における業務用ビル空調向け新型熱源井の技術開発」(環境省 CO2 排出削減強化誘導型技術開発・実証事業) で得られた試験データをもとに検討した。

実証対象施設 大阪市舞洲障がい者スポーツセンター アミティ舞洲

【舞洲地区について】

位置 大阪市西部に位置する此花区地先水面を埋め立てた人工島
 受入(埋立)開始 昭和48年12月
 竣工 平成4年7月
 面積 220ヘクタール
 地盤の状況 大阪平野に連続して存する海成粘土層 Ma12 の圧密降伏応力 p_c を比較すると、うめきたが位置する梅田に比べ小さい(地盤沈下に対してより条件が厳しい地域)

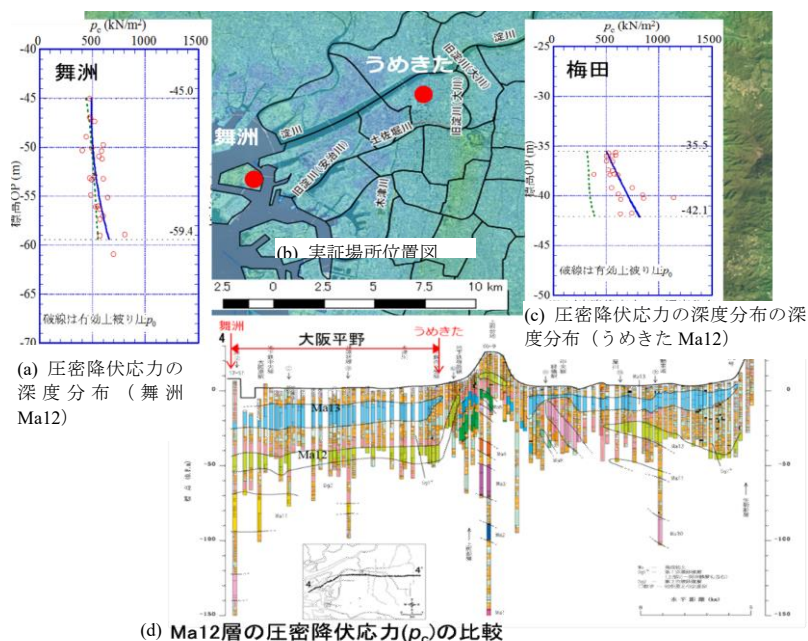


図1 大阪市域の地盤と実証場所

(2) 実証試験の概要

実証試験では、上部洪積層の第2洪積砂礫層（Dg2）と第3洪積砂礫層（Dg3）を対象とし、帯水層蓄熱システムによる最大 90 m³/h の揚水・還水が継続的に行われた。

この全量還水中、図2に示す観測井と間隙水圧計及び層別沈下計により、各層の地下水位変動と洪積層以深の地盤変動をモニタリングすることにより、地盤沈下生じないことを確認した。

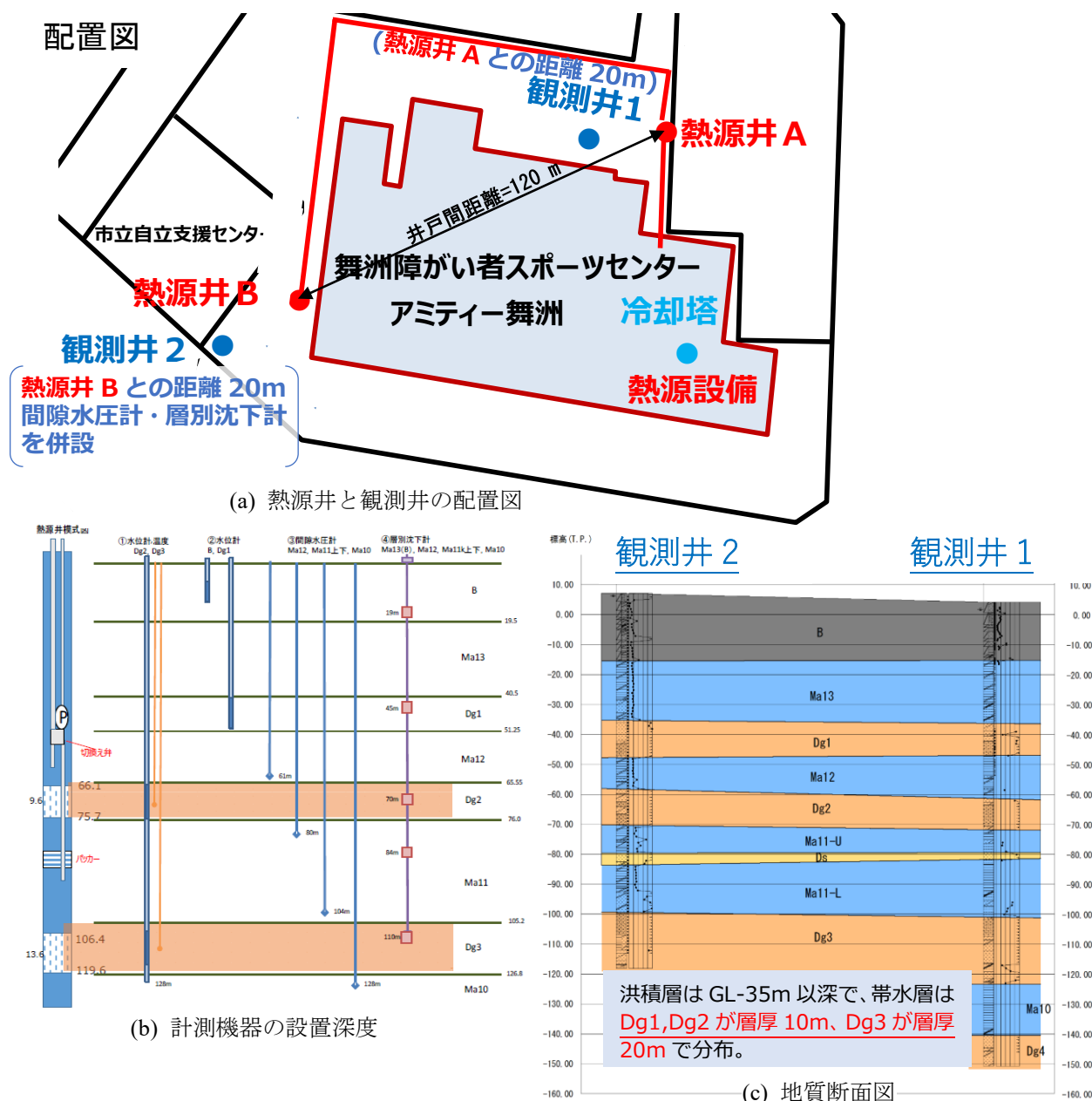


図2 実証試験における井戸配置と計測器設置深度

(3) 実証試験の結果

1) 全量還水の実現

令和2年(2020年)2月～令和5年(2023年)3月(約3ヵ年)にかけて揚水・還水を実施した。図3に示すように最大流量 90 m³/h で揚水し、全揚水量 34 万 m³ (Dg2, Dg3 の合計で約 4.8 シーズン) を元の帯水層へ還水した。うめきた2期区域と同様に、安定した大容量全量還水に成功している。

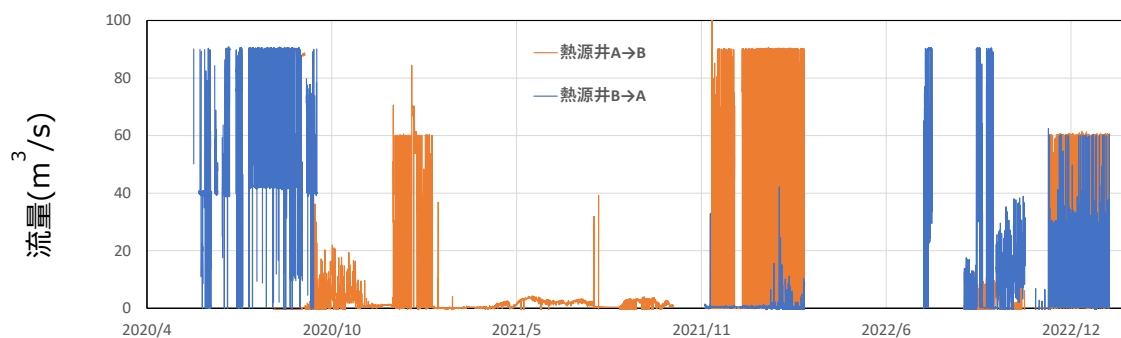


図3 実証事業における揚水・還水流量

2) 全量還水時における地下水位低下量

Dg2 の全量還水中の地下水位変動は、熱源井 A から 20 m 離れた観測井 No.1 で、±0.3 m、応力変化としては 3 kN/m² であった (図 4 (a),(b))。Dg3 は、熱源井 B から 20 m 離れた観測井 No.2 で、±0.5 m 応力変化としては 5 kN/m² であった (図 4 (c),(d))。

これは、うめきた2期区域(熱源井 No.1 から 20 m 離れた観測井 No.1 の地下水位低下量 (Dg2) が、揚水のみ 0.8 m ⇒ 全量還水 0.3 m) と同程度である。

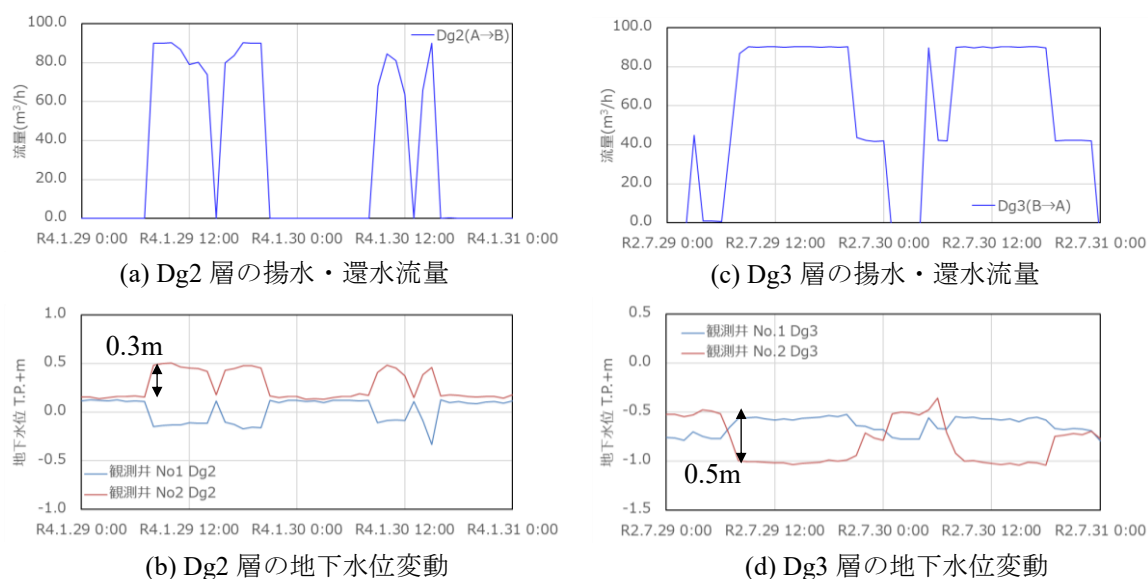


図4 全量還水時の地下水位変動

3) 帯水層蓄熱システムの応力変化による地盤変動

最大揚水・還水流量 $90 \text{ m}^3/\text{h}$ で、Dg2・Dg3 を各々単層運転し、揚水側の熱源井 B に併設した間隙水圧と地盤変動量を計測した。

この地区は、うめきた 2 期区域に比べ圧密降伏応力が小さく、地盤沈下に厳しい埋立地であったが、措置要件に規定される地盤高の「著しい変化」は認められず、計測も不可能であった（図 5、図 6）。

また、揚水中の帯水層に接する粘土層の間隙水圧にも著しい変化は認められなかった。一部の間隙水圧に $0.2 \sim 0.3 \text{ m}$ ($2 \sim 3 \text{ kPa}$) の変動が認められたが、いずれの変動も僅かであり、また、運転開始直後に水圧が変化し、停止後すぐに回復することから、この間隙水圧の変化は、圧密現象による間隙水圧の消散ではなく、圧力伝搬によるものと考えられる。

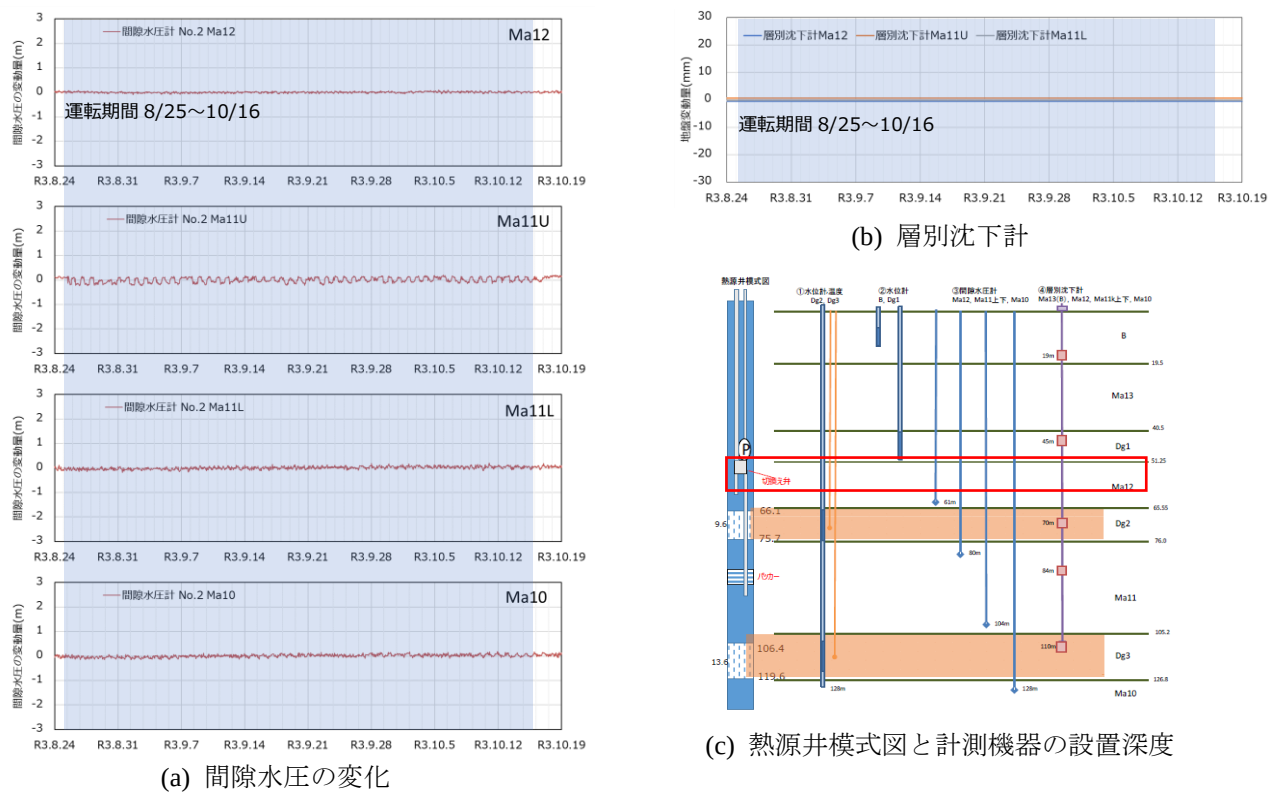


図 5 間隙水圧と地盤変動の推移 (Dg2)

熱源井 B→A $Q_w = 90 \text{ m}^3/\text{h}$

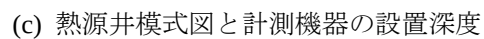
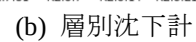
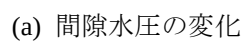


図6 間隙水圧と地盤変動の推移 (Dg3)

熱源井 B→A $Q_w = 90\text{m}^3/\text{h}$

3. 帯水層蓄熱システムの適用性

第一次とりまとめでは、大阪市域の洪積粘土層の圧密特性データ及び解析結果から、大阪市の陸域の第2洪積砂礫層(Dg2)以深の帯水層において、実証場所と同様に熱源利用で想定される応力変化に対して十分に過圧密であり、全量還水を前提として新たな圧密沈下を生じることなく、帯水層蓄熱利用が可能であると判断している。

(1) 帯水層蓄熱システムが地盤に与える応力変化

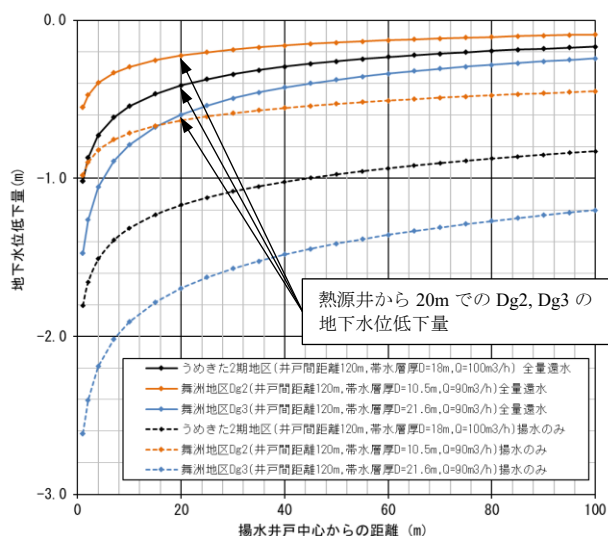
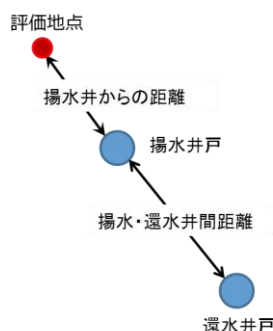
同一帯水層に全量還水を行う際の地下水位低下量を、被圧帯水層を対象とした群井の井戸理論式を応用し、式(1)により求めることができる。

$$s = \frac{Q_w}{2\pi k D} \left\{ \ln \frac{r_r}{r_p} \right\} \quad (1)$$

ここで、

s : 地下水位低下量(m)、 Q_w : 揚水・還水流量(m^3/s)、 k : 帯水層の透水係数(m/s)、 r_p : 揚水井からの距離(m)、 r_r : 還水井からの距離(m)、 D : 帯水層厚(m)である。

式(1)に舞洲地区での実証試験における揚水・還水流量を $Q_w = 90 \text{ m}^3/\text{h}$ 、位置を $r_p : 20 \text{ m}$ 、 $r_r : 140 \text{ m}$ 、透水係数 k を $\text{Dg2} : 3.3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ 、 $\text{Dg3} : 6.0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ 、帯水層厚 D を Dg2 で 10.5 m 、 Dg3 で 21.6 m を代入したところ、熱源井から 20 m での地下水位低下量 s は、図7(b)に示す通り Dg2 で約 0.2 m 、 Dg3 で約 0.6 m となり、p4 図2で示した観測井 No.2 の実測結果とほぼ一致する。同様に、地下水位低下量は、うめきた2期区域においても約 0.4 m と同程度であり実測値約 0.3 m とほぼ一致する。



(a) 地下水低下量が最大になる方向 (b) 地下水低下量と揚水井戸中心からの距離の関係

図7 解析的手法による地下水位低下量と揚水井戸からの距離の関係

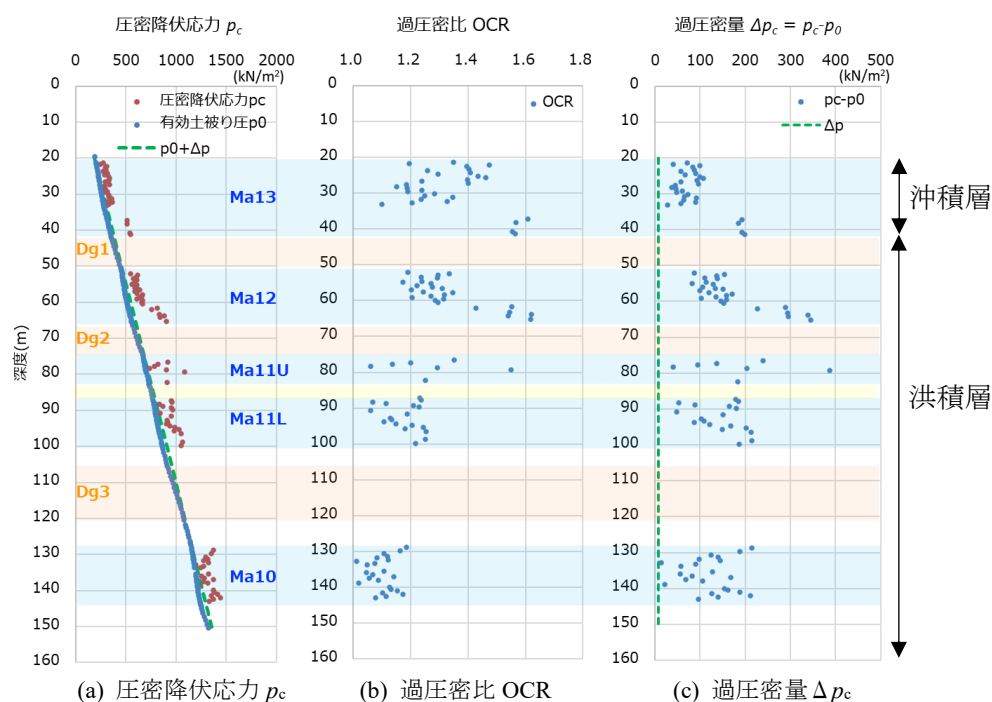
(※距離は、還水井から遠ざかる方向への長さであり、地下水位の低下量が最も大きくなる方向とした。)

よって、人工涵養機能を備えた帯水層蓄熱システムによる地下水位低下量の予測は可能である。

また、帯水層蓄熱システムの人工涵養機能は、陸域、埋立地の別を問わず、地盤沈下に厳しい条件であっても、応力変化は同じ程度であり、実測、予測ともに、第一次とりまとめと同様の結果となった。

(2) 帯水層蓄熱システムの応力変化と粘土層の圧密降伏応力との関係

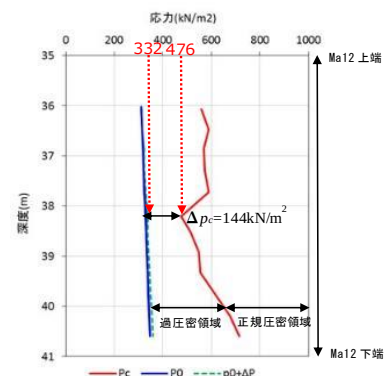
図8に舞洲地区の海成粘土層の圧密試験の結果を示す。試料ごとに一定のばらつきがあり、試料の中には過圧密比OCRが1.0に近いものも含まれるが、実証試験の結果、地盤変動が認められなかった。これは、洪積粘土層が、過圧密量 Δp_c の全層平均では100 kN/m²を超える程度の過圧密状態にあり、これらに対し帯水層蓄熱システムによるDg3の有効応力増加量 Δp が前述のとおり6 kN/m²程度と十分に小さかったことによる。



(d) 各粘土層の圧密特性

	層厚 (m)	試料数	p_0 (kN/m ²)	p_c (kN/m ²)	Δp_c (kN/m ²)
Ma12	14.3	28	462~558(504)	549~903(667)	83~345(168)
Ma11U	7.65	13	680~740(706)	736~1089(881)	41~387(184)
Ma11L	13.9	26	768~863(813)	834~1069(955)	48~215(145)
Ma10	16.2	32	1149~1256(1203)	1197~1442(1321)	14~215(121)

※括弧内は平均値。



(e) うめきた2期区域 Ma12 の p_c と Δp_c の関係

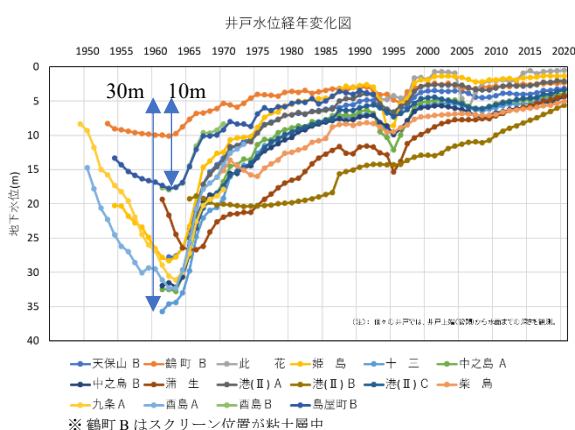
図8 舞洲地区の各粘土層の圧密状況

(3) 指定地域等における圧密降伏応力

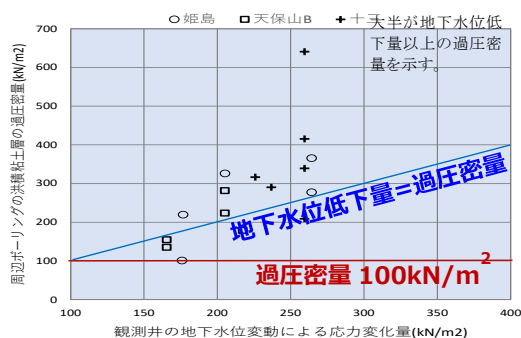
圧密降伏応力 p_c と地下水位観測結果から、過圧密の広域的検証を行った。前述のとおり大阪市域の帯水層は、上町台地を挟んで面的かつ連続的に分布する。図9に示すとおり、地下水採取規制の施行直前の1960年頃までは、地下水位が10～30 m（有効応力増加量にして100 kN/m² ～300 kN/m²）以上まで広域的に低下し、採取規制後に地下水位が回復した。

これらの地域の過圧密量は、過去の過剰な地下水採取による地下水位の低下や年代効果やセメンテーションにより、100 kN/m²以上であり、大半が地下水位低下量と同等以上であったことから、相当の過圧密量の粘土層がこれらの地域全体に分布していると推定される。

平成4年（1992年）には、大阪市内の鉄道開削工事に伴う5 mの地下水位により、周辺地盤高が3 cm低下したが、工事完了以降、地下水位とともに地盤高も回復しており、周辺域における弾性変形が確認されている（図10）。



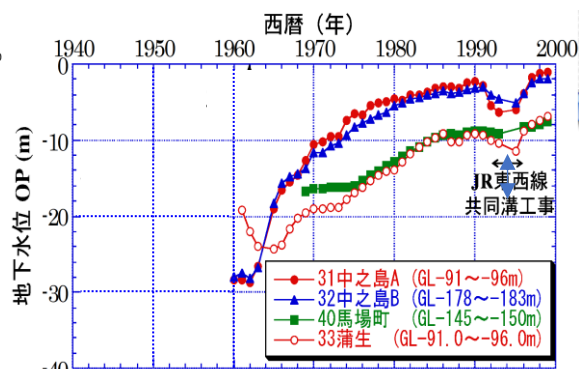
(a) 地下水位の推移



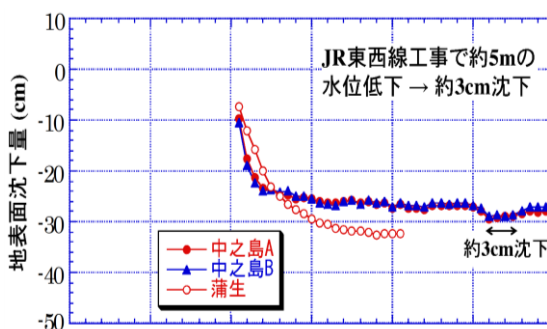
(b) 地下水観測井周辺の水位変動量と過圧密量の関係

図9 大阪市域の地下水位と洪積粘土層の過圧密量

※ 地下水位低下量が明確な旧用水法施行（昭和37年）以前に設置した観測井を対象に整理。



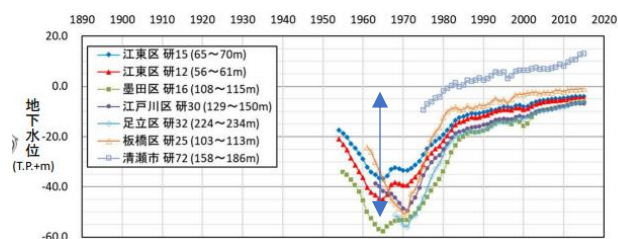
(a) JR 東西線共同溝工事による地下水位低下



(b) JR 東西線共同溝工事における弾性変形

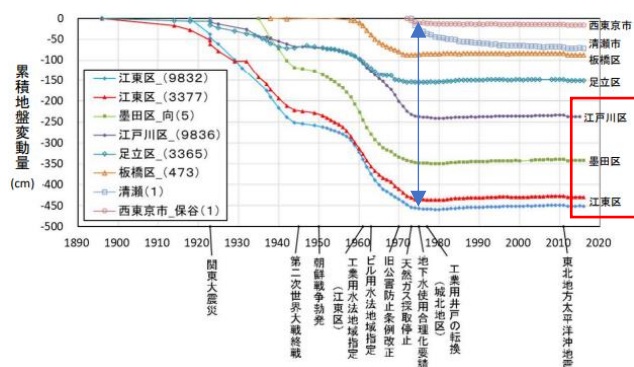
図10 JR東西線共同溝工事時における水位低下と地盤の弾性変形

東京、埼玉、濃尾平野等においても、激甚な地盤沈下を経験し、地下水採取規制により沈静化の後は、水位の回復により、過圧密状態となっている。以下、図1-1に東京の事例を示す。



(a) 東京都における地下水位の推移

※東京の低地部でも地下水位は20m～40m超の低下の後、回復。地盤は2m～4m超の沈下の後、沈静化。



(b) 東京都における累積地盤変動量の推移

図1-1 東京都における地盤変動量と地下水位の推移

出典：環境省、地盤沈下に関する集積データを用いた取りまとめ、令和2年7月

これらの過圧密量に対し、帯水層蓄熱システムによる有効応力増加量 Δp では、弾性変形の範囲内に収まり、地盤変動量も確認できない程度と考えられる。以上のことから、措置要件では、実証試験によって「地盤高等に著しい変化が認められないこと」とされているが、帯水層蓄熱システムによる応力変化の程度では、地盤工学的にそれが生じる可能性は低い。

(4) 僅かな弾性変形の予測

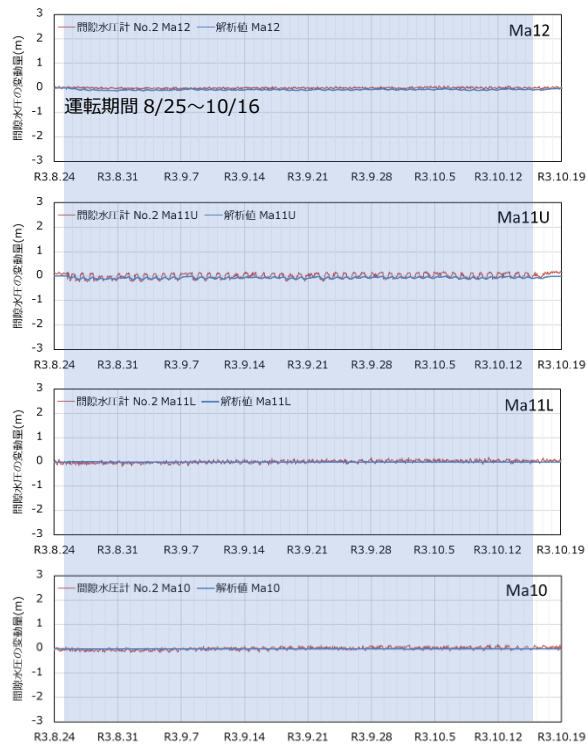
前述のとおり、実証試験の結果、うめきた2期区域と同様に舞洲地区においても地盤変動量は計測不能であったことから、UNSAF-3D-Cにてシミュレーションを実施し確認したところ、地盤変動量はいずれも1cm以下の微小な変化であり、また一定の再現性が示された(図12、図13)。

よって、地盤沈下に対してより条件が厳しい埋立地であっても、その下部の洪積地盤内での帯水層蓄熱システムによる僅かな応力変化では著しい地盤高の変化が生じる恐れはないことがわかった。また、現場試験から得られた範囲の土質パラメータを使用した3次元での地下水の揚水と還水に対するシミュレーションでも予測できることがわかった。

これらの結果より、シミュレーションで実証試験と同等の確認ができると判断した。なお、シミュレーションで地盤高に相当有意な変化が予測された場合には、措置要件に基づく実証試験(実測)により確認されなければならない。

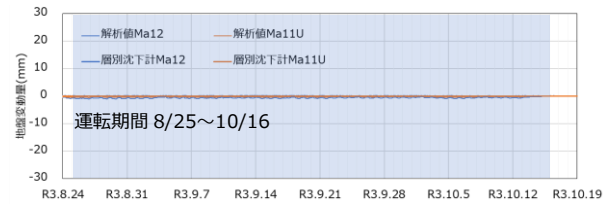
UNSAF-3D-C¹：岡山大学 西垣誠教授らによって開発された有限要素法による浸透流解析と圧密沈下解析の連成解析プログラム。地下水の揚水・還水による地下水位の変化とそれに伴う地盤の圧密を同時に解析することができる。地盤収縮について1次元変形状態と仮定し、地盤の側方変位による沈下は考慮しないものとする。圧密沈下量は、浸透流解析により圧密層からの排水量から予測する。

¹ 西垣誠他、圧縮に伴う比貯留係数の変化を考慮した地下水浸透に基づく地盤沈下解析手法、土木学会論文集, No.799/III-72, 1-12, 2005.9.

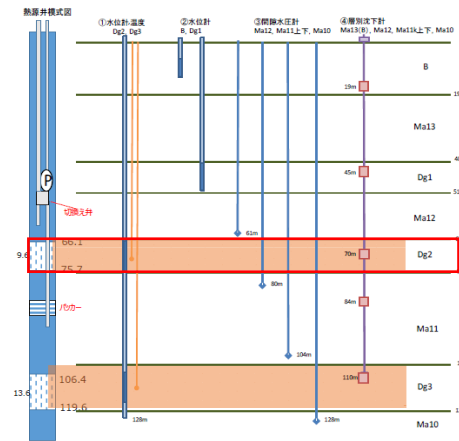


(a) 間隙水圧の変化

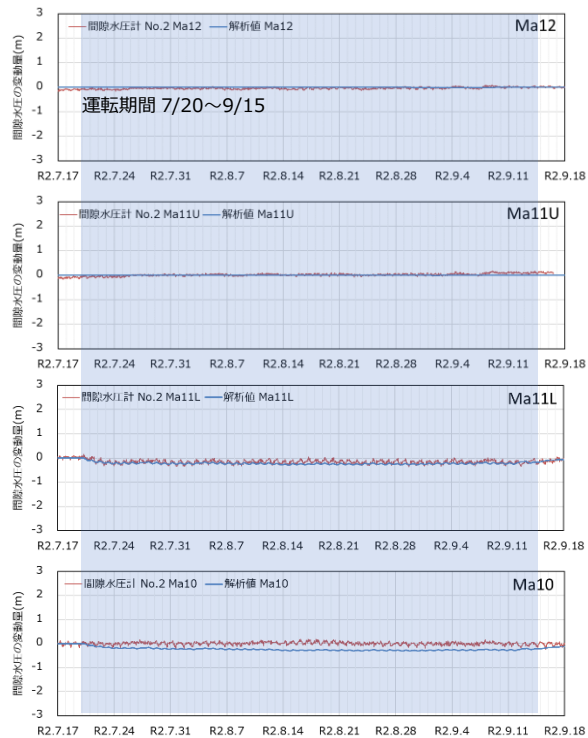
図 1 2 間隙水圧と地盤変動のシミュレーション結果(Dg2)
熱源井 B→A 90m³/h



(b) 層別沈下計

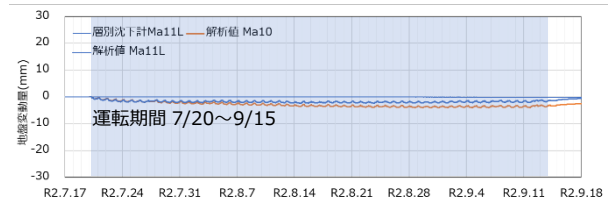


(c) 熱源井模式図と計測機器の設置深度

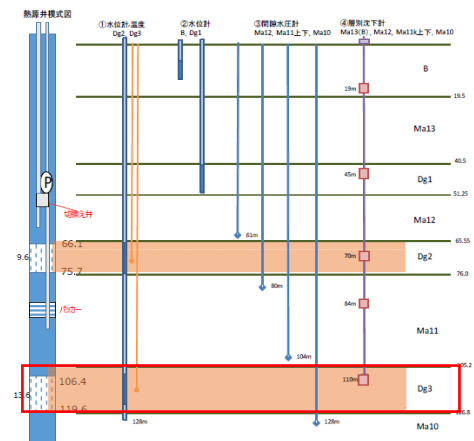


(a) 間隙水圧の変化

図 1 3 間隙水圧と地盤変動のシミュレーション結果 (Dg3)
熱源井 B→A 90m³/h



(b) 層別沈下計



(c) 熱源井模式図と計測機器の設置深度

4. 第二次中間とりまとめ

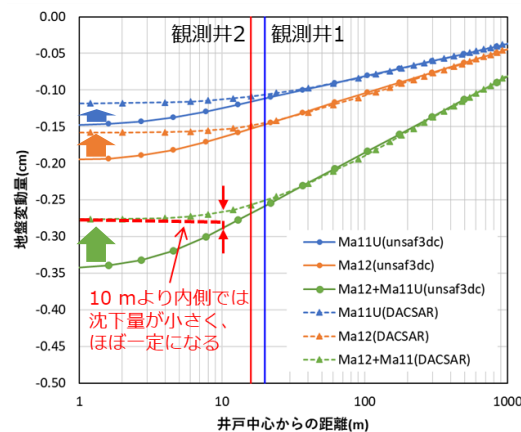
- ① 措置要件では、実証試験の結果が「地盤高等に著しい変化が認められないこと」とされているが、地盤沈下に対してより条件が厳しい埋立地であっても、実証試験では計測できず、帯水層蓄熱システムによる応力変化の程度では、地盤工学的に著しい変化が生じる可能性は低い。
- ② 地盤変動量に著しい変化が生じないことが、現場試験から得られた範囲のパラメータを使用した有限要素法や有限差分法等を用いた数値解析シミュレーションで確認できれば、実証試験と同等の確認ができたものとして、措置要件を満たしたと判断できる。なお、シミュレーションで地盤高に相当有意な変化が予測された場合には、実証試験により確認されなければならない。
- ③ また、地下水の水質は、空気と触れないよう密閉回路構造とし正圧維持等により著しい変化が生じないことが、これまでの実証試験等の事例において立証されている。
- ④ 帯水層蓄熱システムによる応力変化が弾性の範囲内にあるため、間隙水圧はこれまでの実証試験等の事例において圧力伝搬の範囲内にあり、消散することなく元に戻るものが立証されており、著しい変化が生じることはない。
- ⑤ なお、設置後は措置要件に基づくモニタリングを実施し、地下水位や地盤高、水質等に異常傾向が認められた場合は、運転の停止などの措置を講じる必要がある。

付録 1 熱源井近傍の地盤高

うめきた 2 期区域の実証試験では、熱源井から 16 m～20 m の位置に観測井を設置し、地下水位・地盤の状況を測定、評価したものを第一次とりまとめに反映した上で規制緩和を提案した。また、措置要件においても規定されていないが、以下のとおり観測井の適正位置について補足的に検討を行った。

これまでの実証試験では、熱源井から 16 m～20 m の位置に観測井を設置していたが、その内側では、地下水位の低下が大きくなっても、地盤変動はせん断抵抗力によって抑制される。

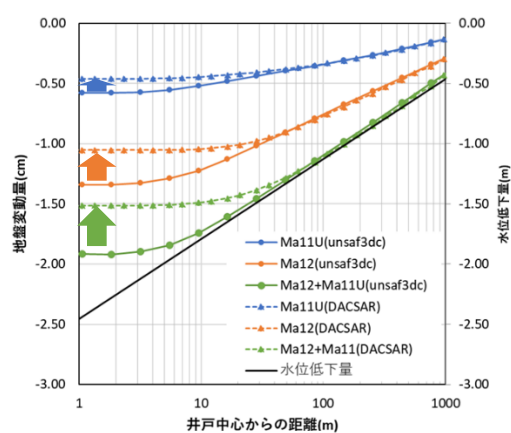
UNSAF-3D-C では、側方変位を考慮しないため、これまでせん断抵抗力を考慮していなかったが、これを、DACSAR²を用いて解析したところ、大阪市域では、観測井位置の内側における局所的な地盤変動量は、シミュレーションの予測値よりも小さくなり、熱源井近傍 10 m 以内では、地盤高がほぼ一定になると推定される（付図 1）。



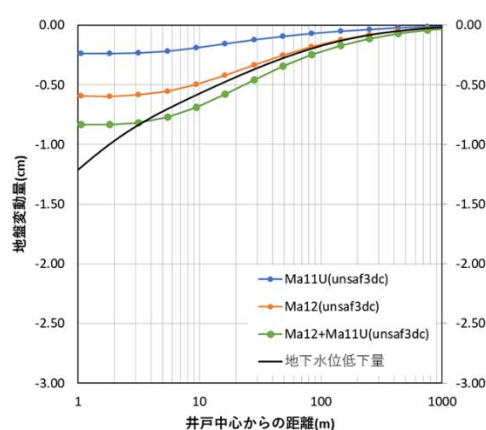
付図 1 せん断抵抗力による地盤変動の抑制効果（予測：還水効果を考慮せず）

ここで、DACSAR は、2 次元弾塑性解析であり、軸対称モデルであるため、揚水との同時還水による水位低下抑制効果を考慮できず、せん断抵抗力の予測は、揚水のための水位低下時のものとなる。帯水層蓄熱システムでは、全量還水により地下水位低下量の抑制効果は、熱源井の近傍から現れ、これに伴い地盤変動量も数 mm 程度にまで抑制される（付図 2）。

² Iizuka and Ohta, A determination procedure of input parameters in elasto-viscoplastic finite element analysis, Soils and Foundations, Vol.27, No.3, pp.71-87, 1987.



(a) 揚水のみ



(b) 全量還水

付図2 全量還水による地盤変動抑制効果（予測：せん断抵抗力を考慮せず）

よって、全量還水時において、熱源井近傍のせん断抵抗力の影響まで考慮した3次元モデル解析は、技術的に困難で定量的には示せないものの、この抵抗力により地盤変動量はさらに抑制されと考えられ、大阪市域においては、第一次とりまとめを含め、これまでの実証試験と同様の観測井の位置で、地下水位と地盤変動量を適切に捉えることができる。

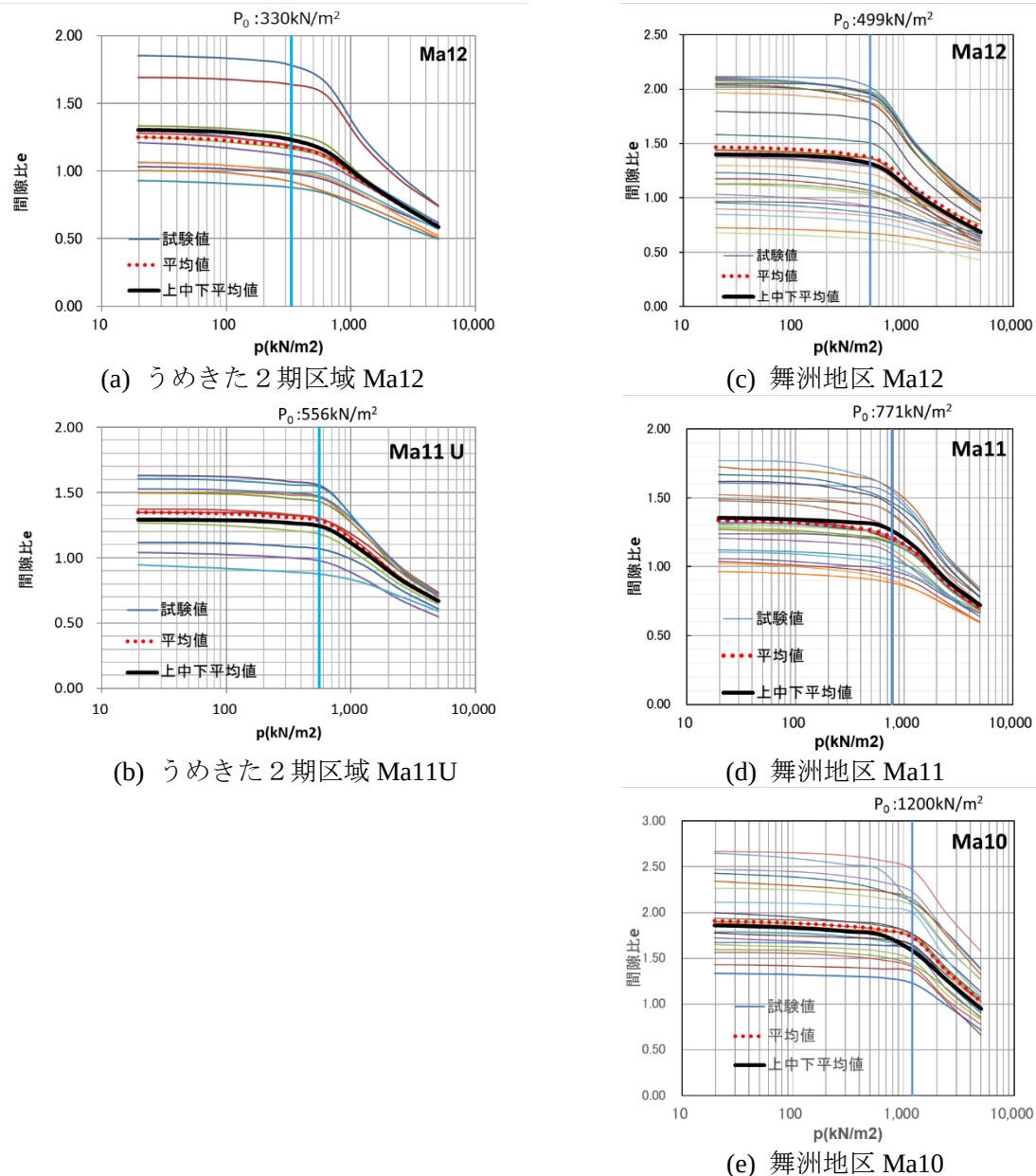
DACSAR：東京工業大学 太田秀樹教授、神戸大学 飯塚敦教授によって開発された、有限要素法による土/水連成の弾粘塑性圧密変形解析プログラム。構成式に関口太田モデルやCamClayモデルなどが使用可能で、せん断変形による沈下も考慮される。

付録2 粘土層の圧密降伏応力

本書3(2)では、洪積粘土層内の過圧密量には、ばらつきがあることを述べた。付図3は、うめきた2期区域、舞洲地区の粘土層ごとの深度別 e - $\log p$ 曲線を重ねたものである。

Δp は、圧密降伏応力に比べて小さく、 p_c の3深度（上部-中部-下部）平均値を用いた沈下量の解析結果は、0.5 m～1 m ごとの沈下量の全層積算とほぼ同じである。また、第一次とりまとめに示したとおり、大阪市域は、ほぼ全域において p_c の分布状況が既知である。

以上のことから、大阪市域においては、粘土層の状況等に応じて3深度以上の試料を採取し圧密試験を行い、 p_c の分布状況から圧密の進行の程度を考慮しながら、各層 p_c と帯水層の Δp を比較するなどにより、措置要件（ Δp が p_c に比して十分に小さいこと）を満たすことを確認できる。



付図3 各粘土層の層内 e - $\log p$ 曲線の深度分布

(左：うめきた2期区域（深度分布 1 m） 右：舞洲地区（深度分布 0.5 m）)

大阪市域における地盤環境に配慮した
地下水の有効利用に関する検討会議

(五十音順、敬称略)

氏 名	所 属	在 任 期 間
おおしま あきひこ 大島 昭彦 (座長代行)	大阪公立大学都市科学・防災研究センター 特任教授	平成２８年度～現在
きただ なおこ 北田 奈緒子	一般財団法人 GRI 財団 業務執行理事	平成２８年度～現在
すぎた ふみ 杉田 文	千葉商科大学商経学部 経営学科 教授	平成２８年度～現在
だいとう けんじ 大東 憲二	大同大学情報学部 総合情報学科 特任教授	令和５年度～現在
たなか ただし 田中 正	筑波大学 名誉教授	平成２８年度～令和３年度
にしがき まこと 西垣 誠 (座長)	岡山大学 名誉教授	平成２８年度～現在

(令和６年３月２８日現在)