

京都スタジアム(仮称)整備事業に係る環境への影響について

【 目 次 】

はじめに	2
1 事業概要	4
(1) 経過	4
(2) 京都スタジアム(仮称)の事業概要	9
2 良好な環境の形成及び保全(課題と対応策の検討)	12
2-1 アユモドキ等に良好な生息環境の形成及び保全	12
(1) 環境保全対策と解析結果	12
(2) 地下水に係る詳細解析の結果	18
(3) 工事中の濁水対策や供用後の雨水排水対策 (フィールドからの排水含む)	39
(4) スタジアム建設に係る騒音・振動・光(照明)・日照に対する 環境保全対策とアユモドキへの影響の検証	39
(5) モニタリング調査計画	47
(6) 広域的なアユモドキ生息環境の改善	54
2-2 良好な生活環境の形成及び保全	55
(1) 工事中及び供用後の騒音・振動・光(照明)等に対する環境対策	55
(2) 工事中及び供用後の警備等の体制	60
(3) 交通アクセスや駐車場対策等	60
(4) JRの輸送能力等	61
(5) 景観対策	62
(6) 雨水排水対策(総合治水)	63
3 総合評価	64
4 『環』の公共事業構想ガイドライン評価シート	70

◆ はじめに

京都府及び亀岡市では、「亀岡市都市計画公園及び京都スタジアム（仮称）に係る環境保全専門家会議」を共同で設置し、平成 25 年 5 月から 29 年 5 月までに、34 回の専門家会議、97 回のワーキンググループ会議を開催し、亀岡市都市計画公園及び京都スタジアム（仮称）の整備に伴う希少種であるアユモドキを含む自然環境の保全に必要な調査や対策について、委員各位の献身的な御尽力をいただき、専門的見地から様々な角度で分析、検討を重ねてきた。

亀岡市都市計画公園（京都・亀岡保津川公園）内での整備を前提とした京都スタジアム（仮称）整備事業については、平成 27 年 6 月 9 日の平成 27 年度第 2 回公共事業評価に係る第三者委員会において、「平成 27 年度の実証実験結果が出され、環境保全専門家会議による影響の評価が行われた後に、再評価を行うものとし、今回、スタジアムの事業がスタートすることは認めるが、本体の工事着手については、次回の再評価委員会まで行わない。」との意見表明がなされた。

その後、平成 28 年 4 月 27 日に、環境保全専門家会議の村上座長から「アユモドキ等の自然環境と共生する亀岡市都市計画公園及び京都スタジアム（仮称）の整備について（座長提言）」（以下「座長提言」と言う。）が提出された。その対応について慎重に検討した結果、平成 28 年 8 月 24 日に座長提言の受け入れを表明し、亀岡駅北土地区画整理事業地でスタジアム整備を進めるとともに、地下水影響解析や都市計画公園用地エリアを中心にアユモドキの保全対策に取り組み、「アユモドキ等の自然環境と共生する公園・スタジアム」の実現に向けて、「基本方針（Ver. 2）」の内容を踏まえた、環境保全対策の検討を進めてきた。

その検討成果をもとに、平成 29 年 1 月 25 日と同年 2 月 2 日に 2 回の環境保全専門家会議（第 32 回、第 33 回）を開催し、地下水保全対策とその影響の評価について、「地下水が定常の条件では、スタジアムの基礎構造物が地下水流動に与える影響は軽微であると考えられる。なお、アユモドキへの影響については、桂川への地下水流出量の空間分布や時間変動に関する課題がある場合が考えられ、スタジアム事業を進めながら、工事着手までには、環境保全専門家会議の助言・指導を得ながら、非定常条件（季節変動等を考慮）やメッシュの細分化による地下水流出量の解析を行い、課題の有無や内容について確認する。」との意見が出された。

また、平成 29 年 2 月 3 日に行われた平成 28 年度第 2 回公共事業評価に係る第三者委員会においては、「土地区画整理地内における計画について妥当であること、事業着手については既に前回の委員会で認めており事業を継続していくことについて了解が得られたこと、引き続き環境保全専門家会議による影響の評価が行われた後に第三者委員会を開催し工事着手の是非を判断する。」との意見が出された。

これらの意見を踏まえ、地下水の詳細解析（メッシュの細分化や非定常条件の下

で解析)を実施するとともに、河川管理者(京都府南丹土木事務所)が平成24年度以降実施してきている桂川におけるアユモドキの生息実態調査等と地下水の詳細解析との比較分析、スタジアムの実施設計等の成果を踏まえた自然環境への影響の解析、工事着手前、工事中、スタジアム完成後の供用時における詳細なモニタリング計画の策定、更には、「亀岡市都市計画公園及び京都スタジアム(仮称)の整備計画策定にあたり考慮すべき基本方針(Ver.2)」で示された「広域的なアユモドキ生息環境の改善やアユモドキ保全に係る情報発信及び協働の推進」等の今後のロードマップをもとに、本書の作成を行った。

1 事業概要

(1) 経過

京都府は、平成 22 年 11 月に「京都府におけるスポーツ施設のあり方懇話会」（以下「懇話会」という。）を設置して、府民のスポーツに親しむ機会の確保や競技力の底上げを図るため、これからのスポーツ施設に対する整備のあり方について議論してきた。平成 23 年 1 月には、懇話会において「国際的な試合や全国的な試合の開催が可能なサッカー等の球技場が京都府にはないことから、競技場の新設を検討すべき。」とする提言がとりまとめられた。

また、府民から専用球技場の整備を求める約 48 万人の署名が京都府や府議会に提出され、京都府では懇話会の意見も聞きながら、専用球技場が建設可能な用地の提供について、府内全市町村に公募を行った。これに対し、舞鶴市、京丹波町、亀岡市、京都市、城陽市の 5 市町から応募があり、平成 24 年 2 月に建築や環境等の学識者等で構成する「専用球技場用地調査委員会」を設置して、各建設予定地に対して調査を行った。そして、同委員会からの意見を踏まえ、同年 12 月、亀岡市から提案された用地を建設予定地に決定した。

この建設予定地の周辺には、アユモドキの生息にとって重要な場所があったことから、京都府と亀岡市は、平成 25 年 5 月に「亀岡市都市計画公園及び京都スタジアム（仮称）に係る環境保全専門家会議」（以下「環境保全専門家会議」という。）を共同で設置し、希少種であるアユモドキを含む自然環境と共生するスタジアムの実現に向けて、地元の協力を得ながら様々な調査、実証実験を積み重ね、専門的見地からその対策について検討を深めてきた。

こうした環境保全専門家会議での検討を踏まえ、亀岡市都市計画公園（京都・亀岡保津川公園）内での整備を前提とした京都スタジアム（仮称）整備事業の公共事業事前評価調書（以下「スタジアム事前評価」と言う。）を、平成 27 年 6 月 9 日の平成 27 年度第 2 回公共事業評価に係る第三者委員会に諮り、次の意見が出された。

平成 27 年度の実証実験結果が出され、環境保全専門家会議による影響の評価が行われた後に、再評価を行うものとし、今回、スタジアムの事業がスタートすることは認めるが、本体の工事着手については、次回の再評価委員会まで行わないこと。

これを受け、亀岡市都市計画公園内でのスタジアム整備に向けて、アユモドキの生息環境調査や実証実験を実施し、それによって得られた新たな知見も踏まえ環境保全専門家会議で更に様々な角度から分析・検討を重ねてきた。

その中で、亀岡市都市計画公園内でのスタジアム整備については、平成 27 年

度の水田環境実証実験結果等を基に出された「アユモドキ个体群の存続を保証する状況を得るには、更に調査、検討が必要な状況である。」との環境保全専門家会議の意見も踏まえ、村上座長から、平成28年4月27日に「座長提言」が提出され、アユモドキの将来にわたる保全環境を早期に確立させるためには、現在の生息環境の保全・改善のための対策を実施するとともに、地域の保全活動を維持・発展させるためにも必要な地域の振興・活性化の拠点となるスタジアム整備を早期に実現させる必要があるとの考えから、次のとおり、スタジアム建設位置を亀岡市都市計画公園から亀岡駅北土地地区画整理事業地（以下「区画整理事業地」と言う。）へ変更することが望ましいと提言された。

（「座長提言」全文）

アユモドキは、かつては淀川流域をはじめ広い範囲で生息していたが、現在は岡山市の2箇所以外は亀岡市のみで生息している。その要因は、下流域を水害から守るために開発整備を行えなかったことにより氾濫原が維持されてきたという自然環境とともに、生息環境に配慮した営農活動や地域住民の献身的な保全活動に負うところが大きい。しかし、外来魚による食害や繁殖期における大雨時のラバーダム倒伏による仔稚魚への影響などもあり、生息環境は必ずしも良好とは言えない状況にあるとともに、高齢化等による地域の耕作放棄地の拡大や営農活動の衰退により、保全活動等による生息環境の維持が困難な状況になり、現状のままでは、アユモドキの保全は必ずしも保証されない現状にある。

このことから、地域振興とアユモドキ保全の両立を図るため、公園・スタジアム整備事業に伴う生息環境改変によるアユモドキ等への悪影響を回避するとともに、公園・スタジアム整備事業を契機とした共生ゾーン整備やラバーダム改修などの広域的な視点での生息環境の改善に向けて、平成25年5月1日に設置された「亀岡市都市計画公園及び京都スタジアム(仮称)に係る環境保全専門家会議」において、委員各位の御尽力や関係者の御協力をいただき、専門的見地から様々な角度で現地における広範な実証実験、分析・検討を重ねてきたところである。

その結果、これまでほとんど知られていなかったアユモドキの生態や産卵・繁殖・生息環境の保全のための知見も多く得られるなど、将来にわたるアユモドキ等の保全に向けた大きな成果が得られてきたところである。

一方、アユモドキの将来にわたる現在地での生息を確立する各種の対策を講じ、公園・スタジアム整備を行っても、アユモドキ个体群の存続を保証するという状況にするためには、今後、これまでに得られた知見を土台に、更に調査や実証実験を重ねる必要がある。しかし、スタジアムの建設が遠のくことで、

スタジアムを拠点とした地域の振興・活性化とアユモドキ保全活動の好循環な展開の実現が遠のくことになり、かえってアユモドキの保全に影響が出るものと危惧されるところである。

これまでの環境保全専門家会議での調査・検証・検討経過を踏まえて、アユモドキの将来にわたる保全環境を早期に確立させるためには、現在の生息環境の保全・改善のための対策を実施するとともに、地域の保全活動を維持・発展させるためにも必要な地域の振興・活性化の拠点となるスタジアム整備を早期に実現させる必要があると考えており、次のことを提言する。

記

<スタジアム建設位置>

アユモドキの生息環境の保全と地域の保全活動の維持・発展につながる京都スタジアム(仮称)の整備との両立を早期に実現させるため、これまで検討してきた計画地に隣接する「亀岡駅北土地区画整理事業地」を建設位置とすることが望ましいと考える。これにより、アユモドキが生息する曾我谷川流域への直接的影響は回避され、地下水保全等を行えばアユモドキの生息環境への影響は軽微となると考えられ、保全が確保されるものとする。

<アユモドキ生息環境の保全の取組みの継続>

なお、現状においても、アユモドキの生息環境は脆弱であることから、これまで行ってきた調査・実証実験により新たに得られた成果や知見を活かした効果的な保全の取組みを行う必要がある。

そのため、昭和 52 年に文化財保護法に基づく国の天然記念物に指定した文部科学省(文化庁)、平成 16 年に種の保存法に基づく国内希少野生動植物種に指定した環境省、平成 16 年にアユモドキ保護増殖事業計画を文部科学省、環境省とともに作成した農林水産省及び国土交通省、更に、平成 20 年に京都府絶滅のおそれのある野生生物の保全に関する条例における指定希少野生生物に指定した京都府、平成 17 年に保津地域アユモドキ連絡協議会を立ち上げ官民共同で保全対策に取り組んできている亀岡市、その他この地域のアユモドキの保全に携わる各種団体が連携して保全の取組みを進めることを求める。

環境保全専門家会議としても、これらの保全の取組みを進めるために、アユモドキ等の保全や地域の振興・活性化の観点から、引き続き、アユモドキ等の生息環境の保全・改善対策とアユモドキ等への影響が軽微なものと評価される都市公園用地の利活用に向けた検討を行うこととする。

「座長提言」の提出後、京都府及び亀岡市では、①地元の理解・協力を得ることができるか、また、府民負担を考え、②現財政フレームの枠内で対応できるか、さらに現公園用地の活用について、③アユモドキの保全のために国・府・市による総合的な保全ができるか、との3つの観点から、慎重に検討を進めたところ、

亀岡市から地元関係者等の理解・協力が得られ、提言を受け入れ、スタジアム整備を進めて欲しいとの申し出があり、平成28年8月24日に京都府知事及び亀岡市長から村上座長に対し座長提言受入れを表明した。

(「提言受入表明」全文)

平成28年4月27日に提出された上記座長提言については、この間、まず何よりも、①地元の理解・協力を得ることができるか。また、府民負担を考え、②現財政フレームの枠内で対応できるか。さらに現公園用地の活用について、③アユモドキの保全のために国・府・市による総合的な保全ができるか。との3つの観点から、慎重に検討してまいりました。今回、亀岡市においても、地元関係者等に対して説明を行い、理解・協力が得られ、提言を受け入れ、スタジアム整備を進めて欲しいとの申し出がありました。府としては、今、申し上げた3条件について、下記のとおり条件を満たしたことを踏まえ、座長提言に基づいて、京都スタジアム(仮称)の整備等を進めてまいりたいと考えております。

なお、この間の亀岡市の御努力と地元関係者など多くの方々の多大な御理解と御協力で改めて感謝申し上げます。

記

1 地元等の理解、協力

現計画地に隣接する「亀岡駅北土地区画整理事業地」でスタジアム整備を進めることについて、亀岡市においては、亀岡市亀岡駅北土地区画整理組合及び関係地権者から、同土地区画整理事業地内での土地提供の協力について承諾を得ることができた。さらに亀岡市から地元自治会等に説明を行ったところ、これまでの経過はあるが理解できるとの意見をいただいたところであり、亀岡市はもとより、地元の理解・協力が得られることになったこと。

2 現財政フレームの枠内での対応

亀岡駅北土地区画整理事業地内でのスタジアム用地の確保には、新たに約34億円の用地費財源が必要となるが、一方で、建設位置が変わることにより、①用地造成や治水対策のための地下貯水ピット整備が不要になること等により、スタジアム建設費が減額になること、②アクセス道路整備や上下水道整備の減少等によりインフラ整備費が減額になること等、相当の整備費の縮減が見込まれることから、スタジアム整備についての京都府156億円、亀岡市50億円、合計206億円という財政フレームの枠内で、スタジアム整備は、現状において、可能との見通しを得たこと。

なお、亀岡市からの財政的支援要請については、京都府の財政フレームの枠内で支援することとする。

3 アユモドキの保全の確保

アユモドキの保全について、環境省、文化庁からも、平成16年作成の「アユモドキ保護増殖事業計画」に基づき、引き続き、財政的、技術的な支援等を行って行く旨の考えを確認できたこと。今後、公有地化された現公園用地エリアを中心として、専門家会議の提言を踏まえ、府及び市は国や地元等の関係者と連携を図り、ラバーダム改修、共生ゾーン整備、水路環境改善等や必要な調査、アユモドキの保全活動など、アユモドキの保全対策にしっかり取り組むことによって、アユモドキの保全についても今まで以上の効果が期待できること。

その結果、亀岡駅北土地地区画整理事業地でスタジアム整備を進めるとともに、都市計画公園用地エリアを中心にアユモドキの保全対策に取り組むこととし、「アユモドキ等の自然環境と共生する公園・スタジアム」の実現に向けて、「基本方針（Ver.2）」の内容を踏まえ、検討をすすめていくこととなり、府では、平成28年10月17日に地下水影響解析業務を委託し、地下水保全対策の検討を、平成28年12月2日からスタジアムの実施設計等を委託し、様々な環境対策の検討を進めてきた。その成果について、平成29年1月25日と同年2月2日に2回の環境保全専門家会議（第32回、第33回）を開催したところ、地下水保全対策とその影響の評価について、次の意見が出された。

（「第33回環境保全専門家会議 資料1-2

「平成28年度 公共事業評価調書修正内容」より抜粋）

地下水影響解析業務の結果から、地下水流動阻害（地下水位、流向・流速、桂川の地下水流出（湧水）量の変動）の計算値は、表-3～4 及び図-5-1～8 に示しているとおり、地下水位の変動量は、杭基礎の阻害面積を杭面積の約9倍とかなり大きめのフーチング面積に置き換えて計算した場合（ケース2）でも、1.5cm程度であり、また、桂川河床部の地下水流出量（0.72m³/s や 0.69m³/s）に変化はないことから、今回行った渇水期や豊水期等において、地下水が定常の条件では、スタジアムの基礎構造物が地下水流動に与える影響は軽微であると考えられる。

なお、アユモドキへの影響については、桂川への地下水流出量の空間分布や時間変動に関する課題がある場合が考えられ、スタジアム事業を進めながら、工事着手までには、環境保全専門家会議の助言・指導を得ながら、非定常条件（季節変動等を考慮）やメッシュの細分化による地下水流出量の解析を行い、課題の有無や内容について確認する。確認の結果、課題に対応する必要がある場合には、対策を検討・実施する。

また、これらの解析については、工事中や供用後の地下水流動への影響把握のためのモニタリング調査方法の検討にも活用できるように実施し、モニタリ

ング調査中に万一に影響が認められた場合は、直ちに専門家の助言・指導を受けて対策を検討し、関係機関と連携して実施するものである。

これを受け、京都スタジアム（仮称）の整備に係る公共事業再評価においては、平成 29 年 2 月 3 日の平成 28 年度第 2 回公共事業評価に係る第三者委員会で、次の意見が出された。

- 土地区画整理地内における計画の方が、都市計画公園内における計画より優位性があることについて確認した。
- 事業着手については既に事前評価の委員会で認めており、事業を継続していくことについて異議はない。
- 本体工事着手までに、環境保全専門家会議による影響の評価が行われた上で、改めて第三者委員会を開催し、意見を聴取する。

その後、これらの出された意見を踏まえ、環境保全専門家会議ワーキングにおいて、影響の評価と対策について検討を進めてきた。

（2）京都スタジアム（仮称）の事業概要

「座長提言」を踏まえ、亀岡駅北土地区画整理事業地に移転した京都スタジアムの建設用地は、現在供用中の都市計画道路亀岡駅北線を J R 亀岡駅ロータリーとの交差点から市道保津橋追分線との交差点までの間を北側に移設し、その都市計画道路と区画整理事業計画で予定されている東・西・南の街区道路で囲まれた区域（約 3.2 ㌔）となっている。その位置を図 1-(2)-1 に示す。

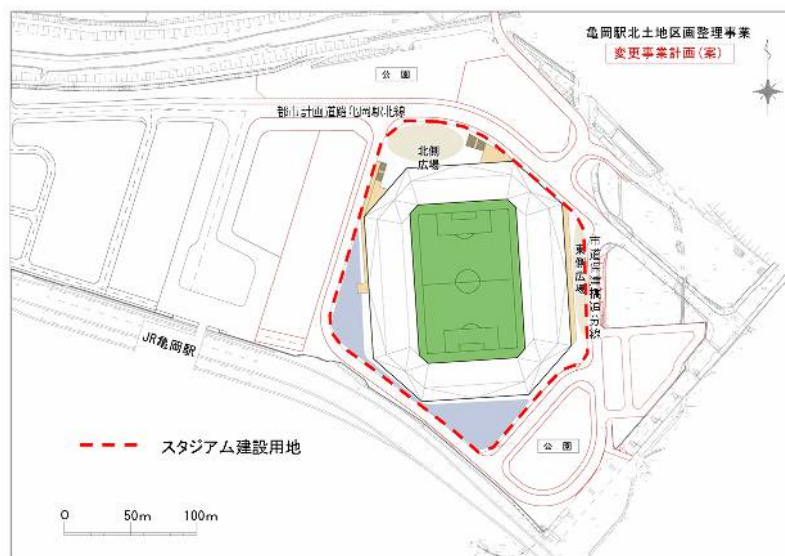
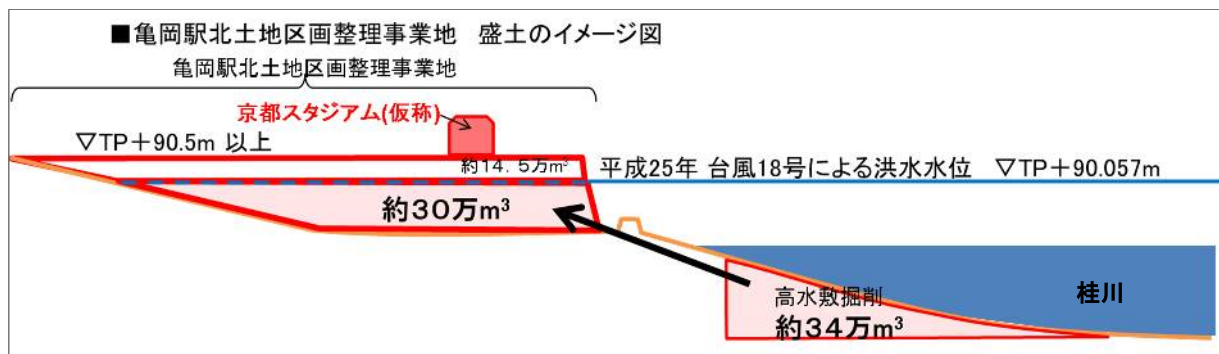


図 1-(2)-1 スタジアムの建設位置

なお、京都スタジアム（仮称）の建設を計画している亀岡駅北土地区画整理事業地は、平成 10 年に完成した日吉ダムや平成 8 年度から平成 21 年度に実施した

河川改修により、昭和 57 年の台風 10 号（概ね 10 年に 1 度の降雨で発生する洪水）に対しては、河川から霞堤内に溢水しなくなった。こうした安全性の向上を受け、亀岡駅北土地区画整理事業区域は、都市計画審議会等の手続き（H25. 11. 26）を踏まえ、市街化区域に編入（H26. 1. 24）されて、まちづくりが進められている。

この土地は T.P. 90.5m 以上の高さまで造成されることとなっており、実際、この高さで整備済みの駅前道路は平成 25 年台風 18 号降雨による洪水（概ね 100 年から 150 年確率規模、実績水位 T.P. 90.057m）でも浸水しない程度の治水安全度を有することになる。また、これまで洪水時に遊水機能を有していた土地に造成を行うことから、区画整理事業の約 30 万 m³の盛土量と同等以上の約 34 万 m³の桂川高水敷掘削を行うことにより、洪水の貯留機能を河川内に確保することで、造成により周辺地域などの安全性に影響が出ないように対策を講じて、盛土造成が進められている。



このように、当該地及び周辺地域の安全性を十分に配慮して進められている土地区画整理事業地にスタジアムを建設する。

なお、スタジアム建設に当たっては、雨水の貯留浸透など雨水排水対策を実施し、雨水流出の抑制や地下水の涵養に努める。

スタジアムの整備は、現在、サッカー、ラグビー、アメリカンフットボールなど京都において高い需要があるにもかかわらず、国際的な試合や全国的な試合の開催が可能な球技場が京都府内にはないことから、「京都府におけるスポーツ施設のあり方懇話会」（以下「あり方懇話会」と言う。）の提言を踏まえ整備するものであり、京都府内におけるスポーツの広域・基幹的施設として、亀岡市の亀岡駅北土地区画整理事業地内に新設し、スポーツの振興、府中北部地域の発展に寄与し、公共の福祉を増進することを目的とするものである。

また、京都スタジアム（仮称）が目指す方向や整備の考え方については、平成 25 年 5 月に懇話会の意見を踏まえて策定した「京都スタジアム（仮称）の整備に向けて〈案〉」の中に示している。また、平成 25 年 12 月には、「京都スタジアム（仮称）運営経営専門家会議」の意見を踏まえ、「京都スタジアム（仮称）を核としたにぎわいと施設運営について（案）」をとりまとめており、京都スタジアム（仮称）が目指す方向として、基本構想の中で、次の 5 つの「架け橋」を掲げている。

- ① 青少年の夢とあこがれの架け橋

- ② まちづくりの架け橋
- ③ 人との架け橋
- ④ 自然との架け橋
- ⑤ 安全との架け橋

今後、平成 32 年（2020 年）東京オリンピック・パラリンピックの開催、平成 33 年（2021 年）ワールドマスターズゲームズ関西の開催の決定、平成 35 年（2023 年）女子サッカーワールドカップ日本開催の立候補があり、我が国での大規模スポーツ大会の開催とそれに伴うスポーツ振興が大いに期待されている。

こうした状況を踏まえ、京都スタジアム（仮称）の実施設設計等を実施し、これまでにとりまとめた施設の概要を表 1-(2)-1 に示す。

表 1-(2)-1 スタジアム本体事業の概要

項目	内容
スタジアム名	京都スタジアム（仮称）
事業主体	京都府
事業箇所	亀岡市迫分町（亀岡駅北土地地区画整理事業地内）
規模等	専用球技場 観客席数：21,500 席（「スタジアム標準」（財）日本サッカー協会が規定する収容規模のクラス 1 に対応） フィールド：126m×84m（サッカー、ラグビー、アメリカンフットボールなどの球技が可能） 建築面積：約 15,500 m ² 階数：4 階建（高さ 28m） 構造：RC 造・一部鉄骨造
事業期間	平成 27 年度～平成 31 年度（予定）
年間集客数*	約 26 万人（想定） ※球技等の観戦者見込み数のみの想定
上位計画	「明日の京都」中期計画 京都力の発揮 文化創造 [基本目標] 新しい文化・芸術・スポーツの拠点づくりや活動が拡充することの具体方策に記載

また、地下水の流動や水質に影響が生じない基礎構造にするとともに、騒音・振動・光（照明）による環境への影響も可能な限り生じさせないよう配慮した施設とする。



スタジアムの鳥瞰イメージ



スタジアムの内観イメージ

2 良好な環境の形成及び保全（課題と対応策の検討）

2-1 アユモドキ等に良好な生息環境の形成及び保全

(1) 環境保全対策と解析結果

スタジアムの基礎構造物築造における地下水保全対策、スタジアムから発生する振動・騒音・光（照明）に係る対策について、自然環境への影響を最小限に止めるため、以下の様な環境保全対策を講じることとしている。

【環境保全対策工法・構造の内容】

- ・基礎杭の埋設工法について低騒音・低振動の杭打機で施工し、基礎杭はセメントミルクを使用しない無排土鋼管杭埋設工法を用い、騒音・振動・地下水の汚濁を可能な限り抑える。
- ・コンクリート工事のプレキャスト化を図り、現場コンクリート打設量を少なくし、地下水への影響を極力抑制する。
- ・工事現場の雨水排水は、地下浸透しない構造の水路で集水し、排水基準を満足するよう同じ構造の仮沈殿池で処理してから雑水川に排水し、地下水への影響を極力抑制する。
- ・スタジアムについてインナーコンコースの設置など新基準に定められた内容に準拠し、屋根・外壁などで外部空間との間仕切りを可能な限り設置して、遮音性を高める。
- ・スタジアムの照明器具は屋根先端から 5m 程度中側の屋根裏面に設置し、光源が建物外部に出ないようにし、光の漏れを可能な限り抑える。
- ・建物による日陰が広範に生じないように、こう配屋根を用いた意匠とする。

1) 地下水保全対策

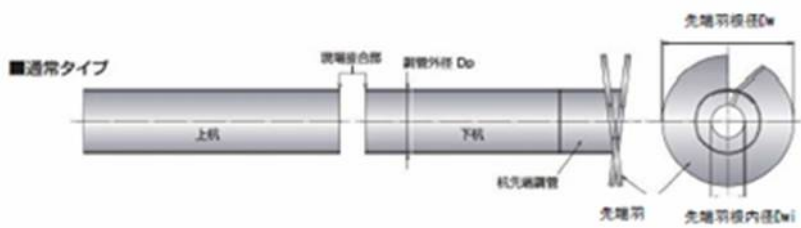
第 33 回環境保全専門家会議で出された地下水保全に関する意見を踏まえ、非定常条件（季節変動等を考慮）やメッシュの細分化による地下水流出量の解析（以下「詳細解析」という。）等を行い、検証を行った成果を以下のとおりまとめた。

①地下水保全を図る基礎杭工法

ア. 施工事例から水質に大きな影響を及ぼさない基礎杭埋設工法

環境保全のための基礎杭埋設工法として、地下水保全・振動・騒音対策のため、スクリーンの役割を果たす鋼製羽が先端に付いた鋼管杭を杭打ち機で回転させながら埋設するセメントミルクを使用しない無排土鋼管杭埋設工法を採用する。

■ 杭の構造



この無排土鋼管杭施工事例（スタジアム建設用地と類似した地層（沖積砂礫層）が見られる K 市内実績）では、工事箇所周辺の半径 100m 範囲にある 22 箇所の井戸（図 2-(1)-1、図 2-(1)-2）において、施工前、施工中、施工後の濁度の変化は表 2-(1)-1 のとおり生じていない。また、常時観測を行った観測孔 C（第 1 帯水層、杭からの離隔 6~13m）においては、図 2-(1)-4 のとおり、水温、電気伝導度、pH について、ほとんど変化がなく、図 2-(1)-3 に示す砂礫層で基礎杭を埋設中に濁度が 1~2mg/l※の極僅かな上昇が認められるものの、稼働終了後速やかに回復している。（※濁度の単位は本来 mg/l と異なるが調査報告のまま記載）

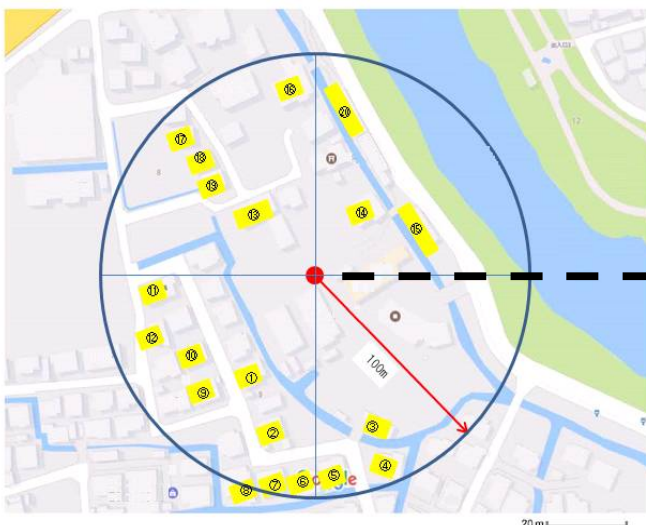


図 2-(1)-1 (他事例) 民家調査位置図

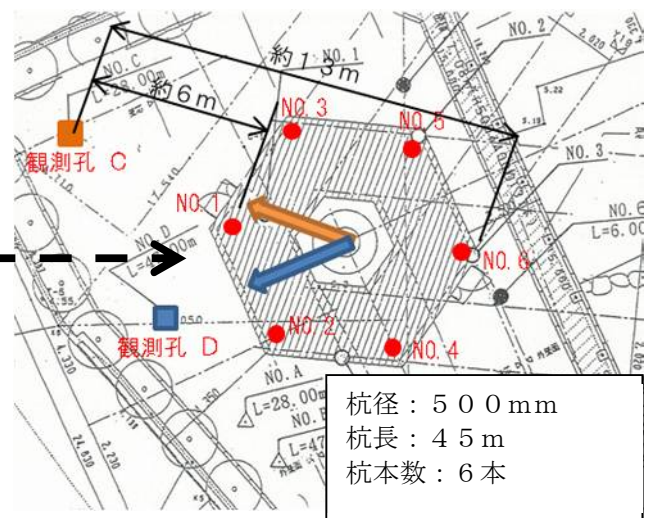


図 2-(1)-2 (他事例) 杭と観測孔位置図

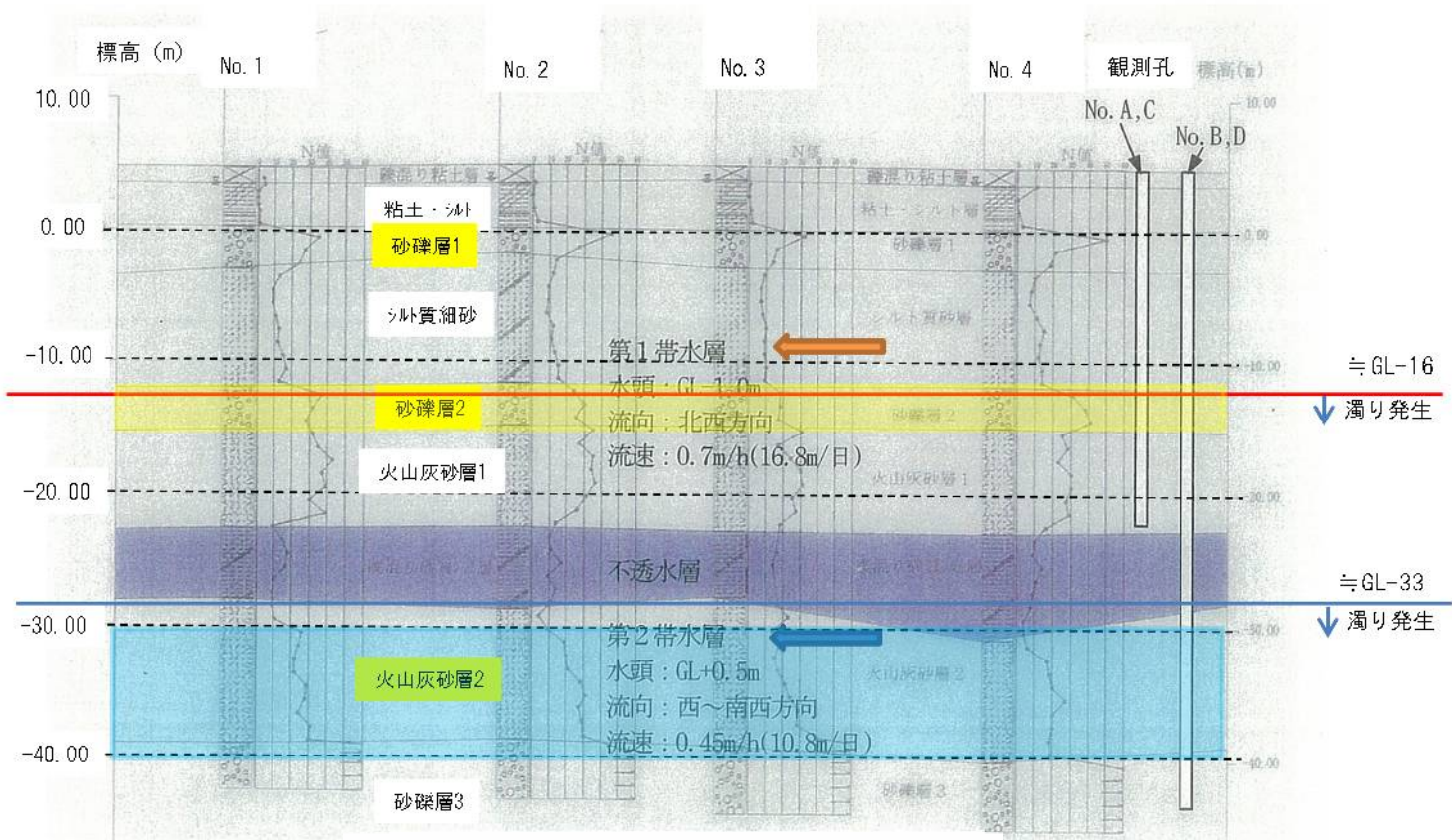


図 2-(1)-3 (他事例) 施工地の地盤・地下水条件

表 2-(1)-1 (他事例) 民家井戸水質測定結果 (濁度 mg/l)

使用者	使用目的	井戸深さ (m)	施工前		施工中		施工後	
			濁度	測定日	濁度	測定日	濁度	測定日
①	全般	90.0	0	6月13日	0	7月31日	0	9月17日
②	全般	50.0	0	〃	0	〃	0	〃
③	全般	不明	0	7月16日	0	〃	0	〃
④	全般	10.0	0	6月13日	0	〃	0	〃
⑤	雑用水	不明	0	7月23日	0	〃	0	〃
⑥	全般	30以上	0	6月12日	0	〃	0	〃
⑦	全般	52.0	0	6月13日	0	〃	0	〃
⑧	全般	50.0	0	〃	0	〃	0	〃
⑨	全般	63.0	0	6月12日	0	〃	0	〃
⑩	全般	50.0	0	6月13日	0	〃	0	9月26日
⑪	全般	54.0	0	6月12日	0	〃	0	9月17日
⑫	全般	不明	0	6月13日	0	〃	0	〃
⑬	全般	不明	0	〃	0	〃	0	〃
	全般	不明	0	〃	0	〃	0	〃
	全般	不明	0	〃	0	〃	0	〃
⑭	全般	55.0	0	〃	0	〃	0	〃
⑮	全般	不明	0	〃	0	〃	0	〃
⑯	全般	50.0	0	〃	0	〃	0	〃
⑰	全般	30.0	0	7月16日	0	〃	0	〃
⑱	全般	50.0	0	〃	0	〃	0	〃
⑲	全般	不明	0	〃	0	〃	0	〃
⑳	全般	不明	0	〃	0	〃	0	〃

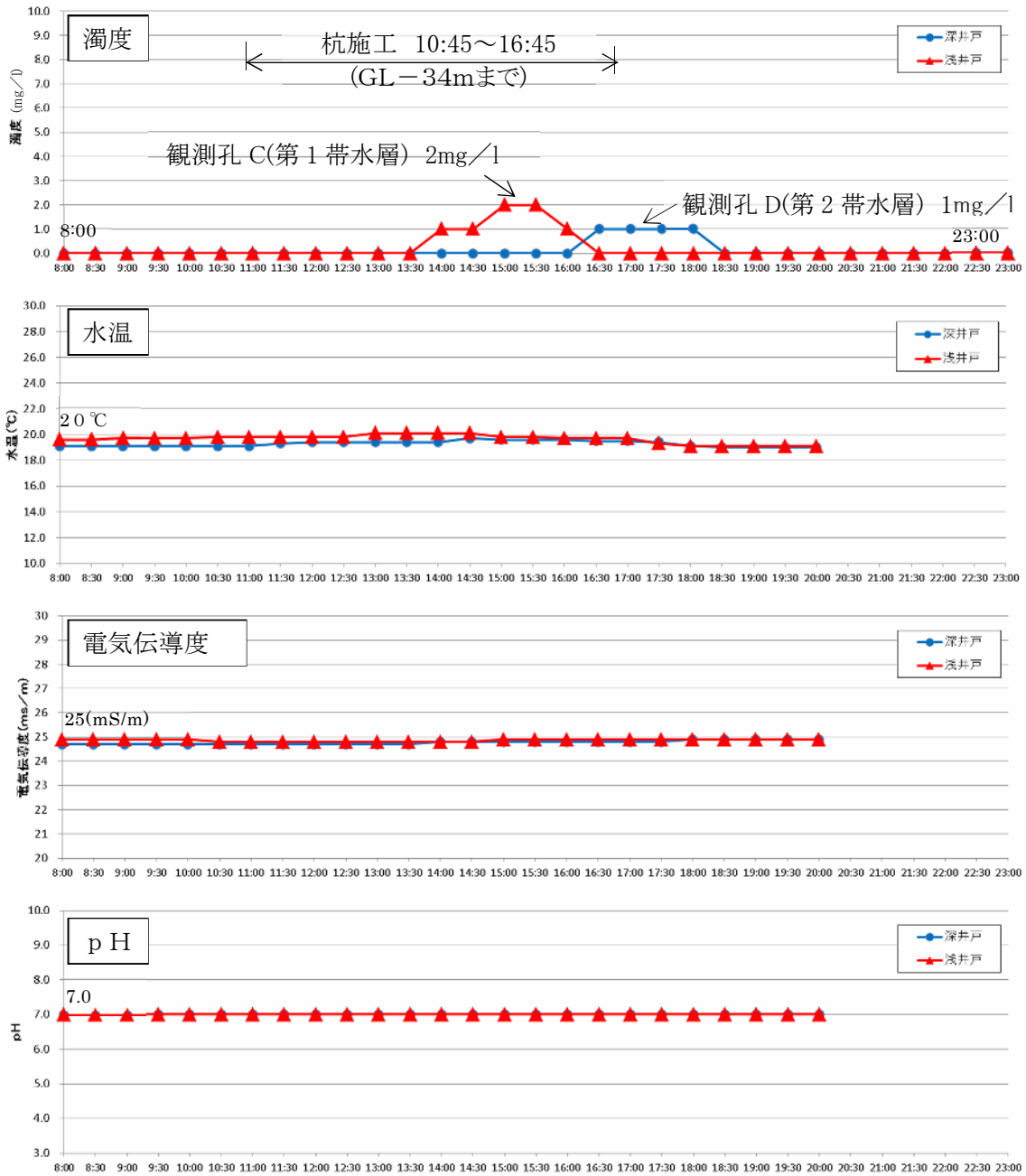


図 2-(1)-4 (他事例) 杭 No1 施工時(1 日目 24 時間連続監視)の水質測定結果

なお、他事例で僅かな濁度の上昇が見られた地質(砂礫層 2 N 値 30~40 程度)と類似する地層が、駅北区画整理事業地内のスタジアム建設地においても存在しており、他事例と同程度 (1~2mg/l) の濁りが発生する可能性があるため、試験杭施工を行い、その時には水質 (濁度、水温、電気伝導度、pH) を常時観測して、杭の埋設回転数の調整、作業手順の工夫など図り、濁りが生じない施工手順を確認したうえで、本施工を行う。

イ. スタジアムに埋設する鋼管杭の諸元等について

スタジアム本体の鋼管杭について管径φ508mm、杭長9～11m、総量720本を予定しており、基礎杭およびフーチングの配置を示す杭伏図は図2-(1)-5のとおり、地下水や支持層の深さを示す杭基礎図は図2-(1)-6のとおりとなっている。

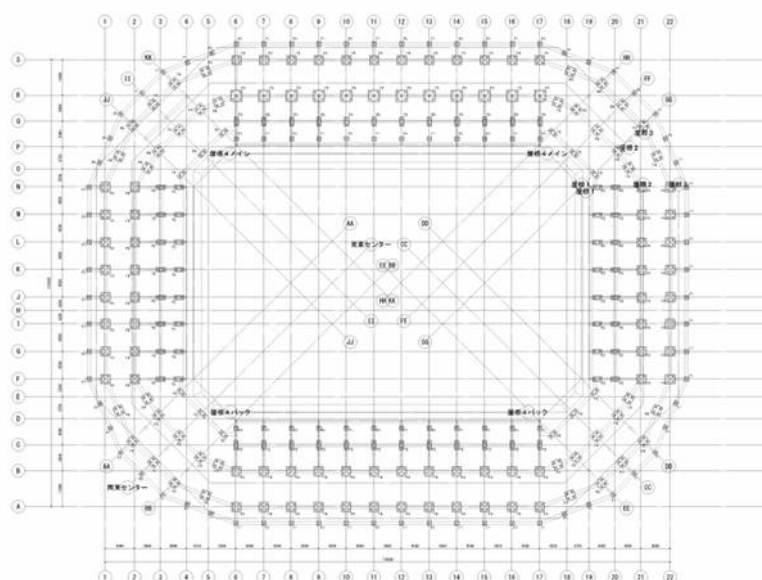


図 2-(1)-5 杭伏

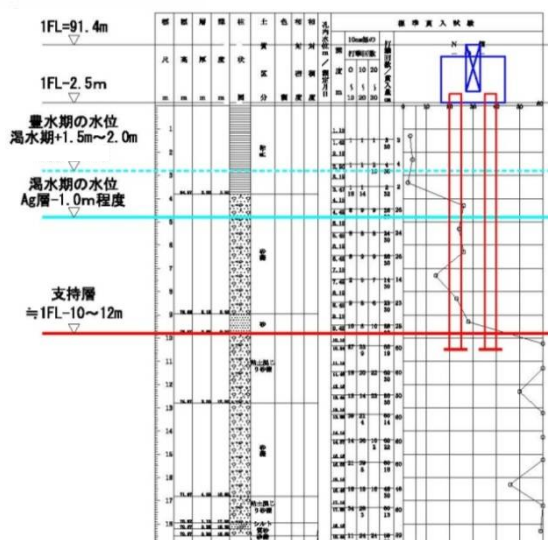


図 2-(1)-6 杭基礎

ウ. 基礎杭の施工時期及び施工手順

桂川の環境影響評価区間におけるアユモドキの生息状況は、平成21年12月～平成22年4月及び平成23年12月～平成24年3月の2期に分け、低水矢板護岸を設置する河川改修工事を河川管理者が実施しており、当該工事においてアユモドキの救出作業を実施したところ、2期とも20尾を超える個体が捕獲された。また、その後のビデオ観察や潜水目視調査においてアユモドキが確認されている。

このように、本区間においては、年間を通じてアユモドキが生息していると考えられることから、スタジアムの基礎杭埋設工事については、これまでの河川改修工事における施工状況などのデータに基づき、環境保全専門家会議の指導・助言を踏まえ、施工時期を決定する。

また、騒音・振動等によるアユモドキの生息環境への影響を可能な限り少なくしていくため、図2-(1)-7のように、地下水水質への影響をより少なくするよう地下水の流れ方向に杭打機が重複しないように作業を計画することなど、生息環境の保全に努めた順応的な方法を取りながら工事を進める。

このように地下水の水質に必要な保全対策を行うとともに、濁度、pH、電気伝導度などの水質について常時観測するモニタリング調査を実施する。

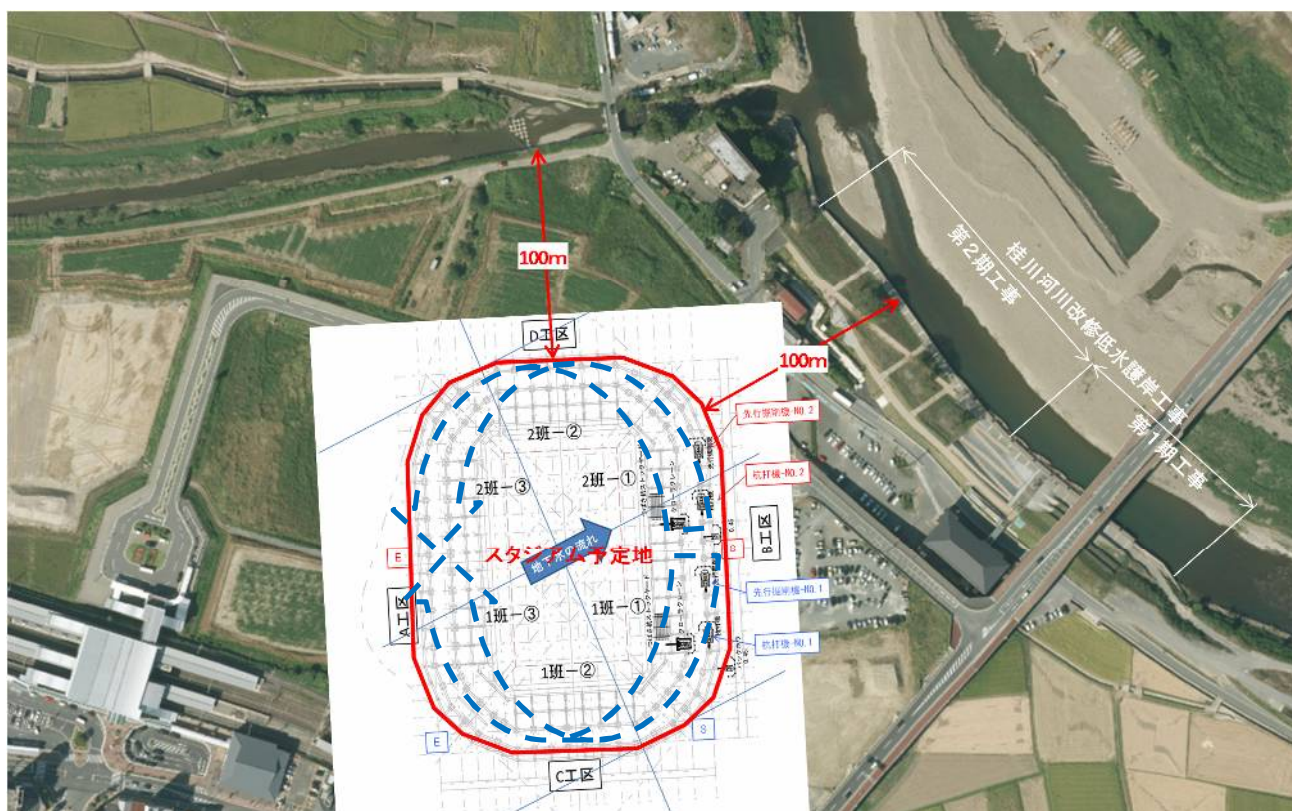


図 2-(1)-7 基礎杭施工の手順図 (案)

[施工能率] 先行掘削機 : 8.0 箇所/台・日 (1 日 2 台が施工)
 杭打ち機 : 5.5 本/台・日 (1 日 2 台が施工)

[1 日の施工量] 杭打ち本数 : 11 本

(2) 地下水に係る詳細解析の結果

1) 地下水に係る詳細解析

基礎杭埋設に伴う桂川右岸の重要なアユモドキの生息区間等における地下水への影響（地下水位、地下水流出量の空間分布や時間変動）について、第32・33回環境保全専門家会議で出された意見を踏まえ、この時に示した広域モデルをもとに範囲の設定、解析メッシュの細分化を行い、地下水位が最も高くなる月及び低くなる月、さらに工事によるアユモドキへの影響が考えられる時期の詳細解析（非定常解析）を行った。

なお、地下水の流動量は、地下水位が最も高くなる月と低くなる月での値の範囲内にあると想定されることから、ここでは、多雨期の2015年7月、少雨期の2015年10月の代表2期間についてとりまとめた。

①解析モデル

ア. 解析対象領域と境界条件

解析対象領域は、図2-(2)-1に示す桂川、曾我谷川、雑水川で囲まれる範囲とした。境界条件となる各河川の水位について、桂川は亀岡観測所（保津橋に国設置）の観測流量と不等流計算に基づくH-Q式（水位-流量関係式）から、曾我谷川・雑水川は、比流量（単位流域面積当たりの流量）から求まる各河川の流量と不等流計算に基づくH-Q式（水位-流量関係式）から河川水位を計算した。

また、西側境界の変動水位は、曾我谷川と雑水川の平均値を採用した。

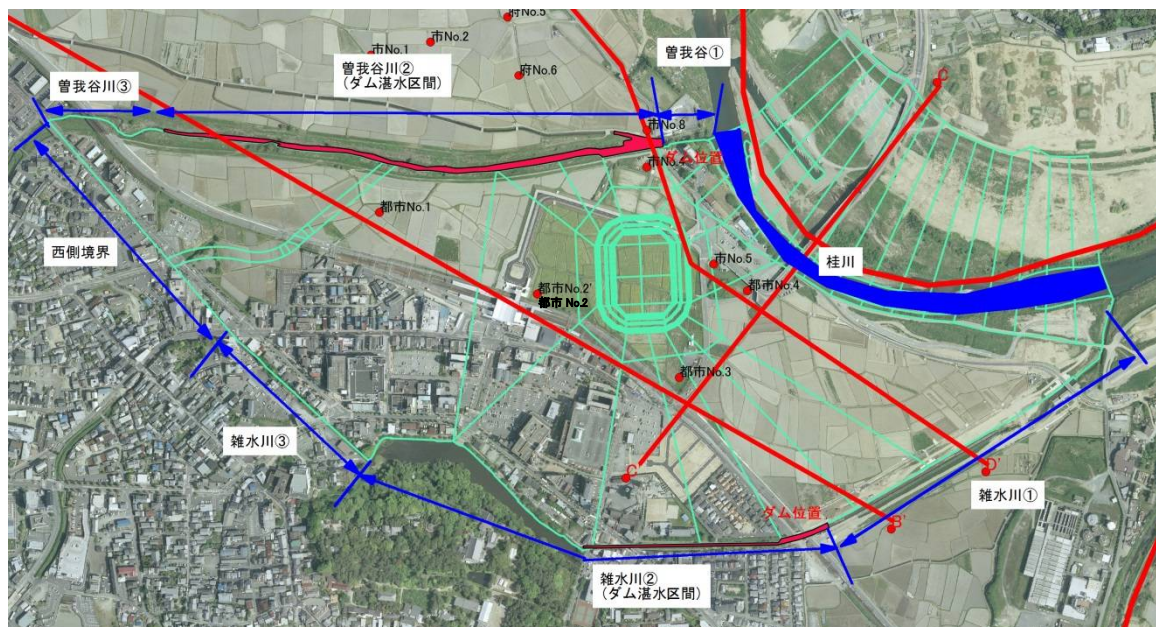


図2-(2)-1 解析対象領域と境界条件

イ. 帯水層区分

帯水層ではない0u層（大阪層群）を除外し、Ag層（第1帯水層）とDg層（第2帯水層）のみを対象とし、Ag層は旧河道部とそれ以外の領域に細分し、Ag層上部に分布する粘性土Ac層（層厚2m）を加え、第1帯水層の透水性や地表浸透の地域性を考慮した。（図2-(2)-2）

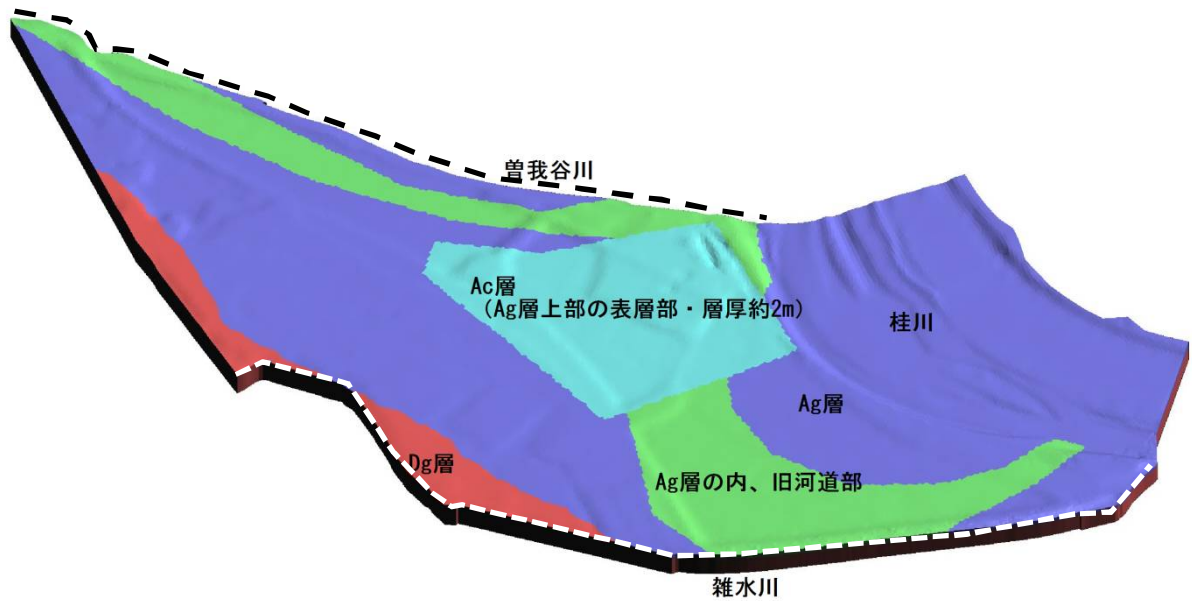
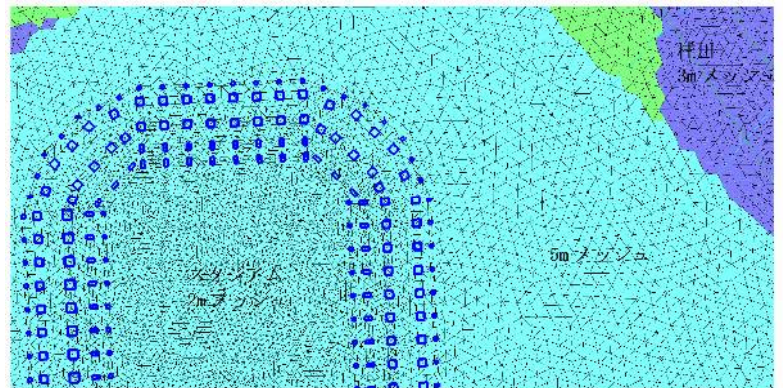


図 2-(2)-2 解析に用いた帯水層地質条件

ウ. 解析メッシュ

幅 5m 程度の解析メッシュとし (広域モデルでは 20m 程度)、図 2-(2)-3 のとおり形状が複雑になるスタジアム部の基礎部・桂川河床等では幅 2~3m に細分した。



エ. 水位データ

境界条件及び計算結果の再現性を確認するための水位データは、観測地点の地下水位データ及び桂川河川水位のデータが揃う 2015 年を用いた。

(図 2-(2)-4)

②地下水の現況再現解析結果

試行計算の結果、地下水位変動の再現性が良好となった水理定数の同定値を表 2-(2)-1 に示し、初期定常解析、非定常解析結果の概要について、以下のとおりとりまとめた。

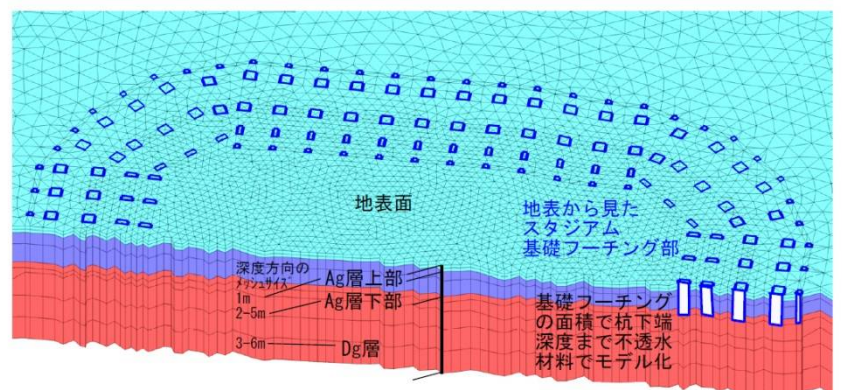


図 2-(2)-3 細分化した解析メッシュ

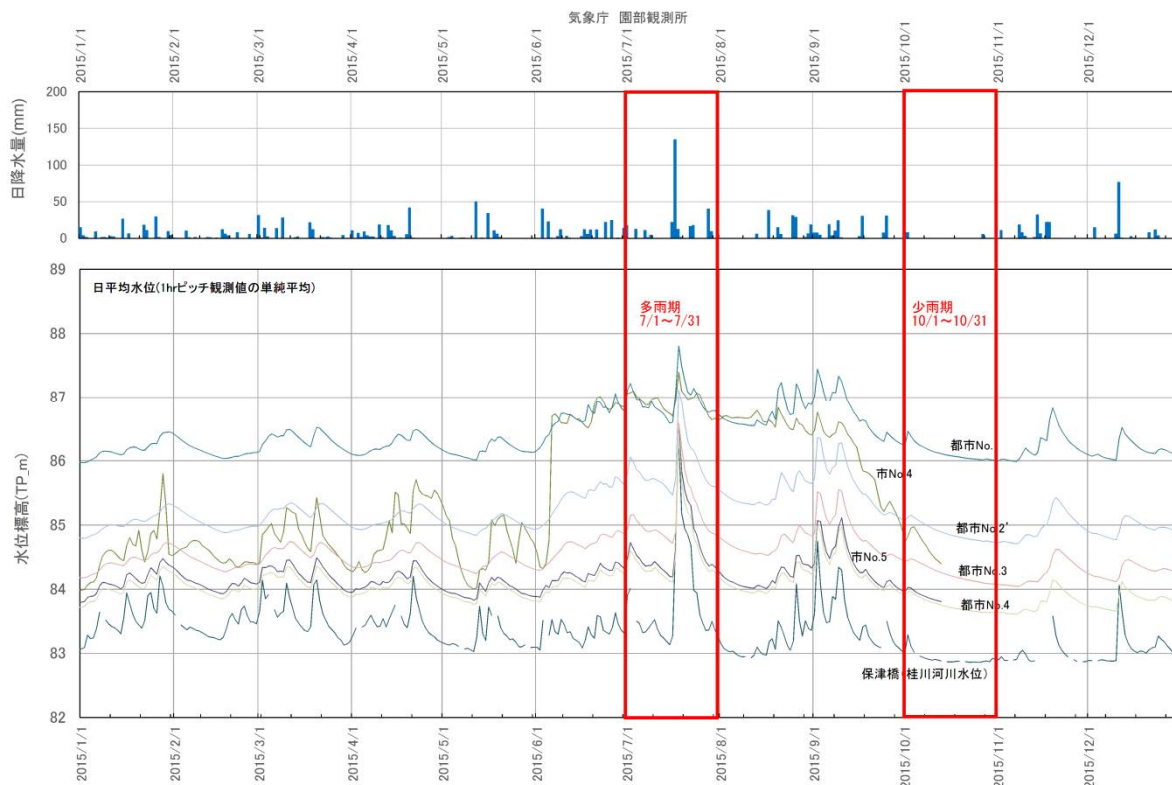


図 2-(2)-4 水位データ (2015 年)

表 2-(2)-1 水理定数の同定値

帯水層区分	透水係数 k (m/s)	有効間隙率 n_e	比貯留係数 Ss (1/m)	不飽和 浸透特性
Ag 層上部 (Ag)	1.8×10^{-1}	0.10 (10%)	1×10^{-5}	図 2-(2)-5 参照
Ag	1.8×10^{-2}	同上	同上	同上
Ag (旧河道)	1.8×10^{-1}	同上	同上	同上
Dg	1.0×10^{-3}	同上	同上	同上

※透水係数：Ag 層上部（旧河道部と同じ範囲のため旧河道部と同値）、Ag 層（流向・流速からの推定値の 1/2）、Ag 層旧河道部（電気探査結果から Ag 層の 1 オーダー大きい値）、Dg 層（既往文献から設定）

※有効間隙率：既往調査実績、有識者の助言を参考に設定

※比貯留係数：砂・砂礫地盤の一般値

※降雨浸透率（地表かん養量）：5%

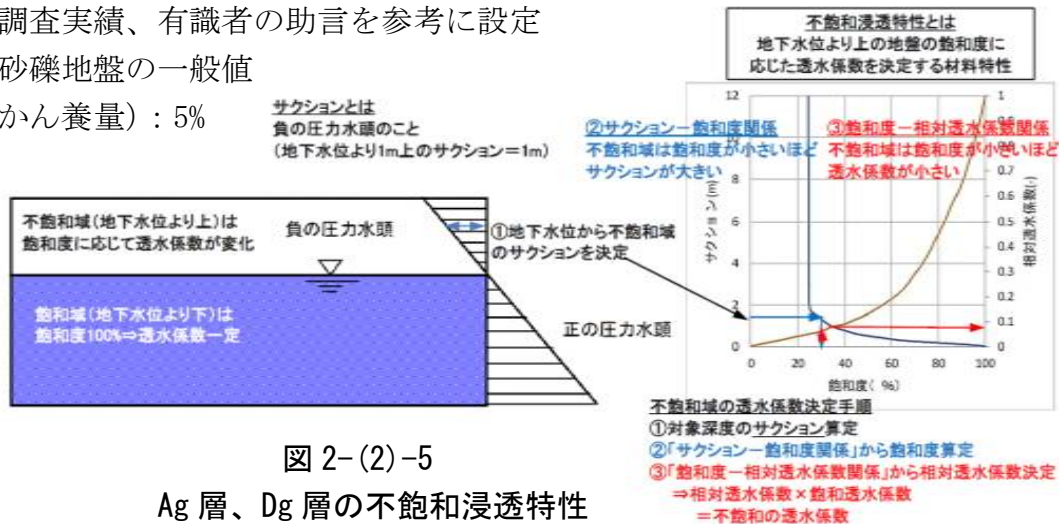


図 2-(2)-5

Ag 層、Dg 層の不飽和浸透特性

ア. 初期定常解析結果

2015年1月1日の観測地下水位をターゲットとして初期定常解析を行った結果、図2-(2)-6に示すように地下水位の解析値は、相関係数 $R=0.99$ と観測値と良く適合しており、桂川環境影響評価区間の地下水流出量 $1.19\text{m}^3/\text{s}$ も平成14年度～18年度の近畿農政局、農業用地下水調査保全調査結果 $0.7\sim 1.2\text{m}^3/\text{s}$ 整合している。

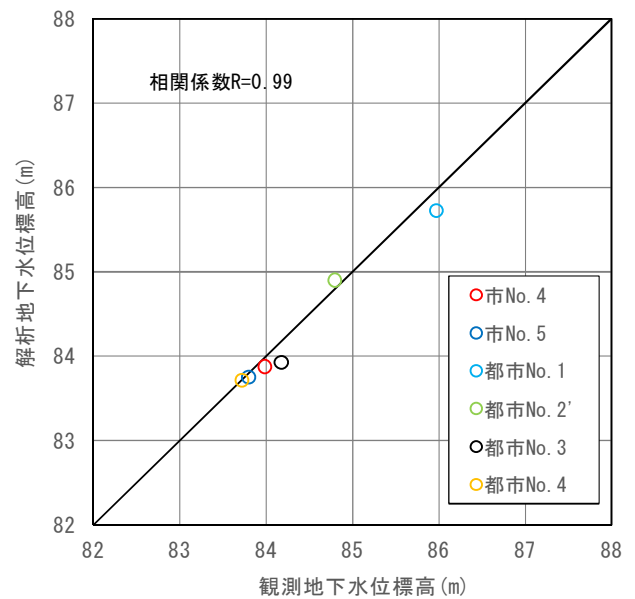


図2-(2)-6 初期定常解析の結果

イ. 非定常解析結果

観測地下水位を数値解析によって計算した結果、多雨期（2015年7月）、少雨期（2015年10月）の期別の地下水位変動図は、図2-(2)-8、図2-(2)-9のとおりとなった。また、観測井における地下水位の観測値と解析値の再現結果関係図は図2-(2)-10のとおりとなった。これらより、地下水位の解析値と観測値は $y = x$ となる直線（完全一致）と近い関係にあり、解析モデルによる地下水変動の再現性は良好と判断される。

初期定常解析、非定常解析の代表時期における地下水位コンター図は2-(2)-11のとおりである。

なお、観測井の位置及び桂川環境影響評価区間は図2-(2)-7のとおりである。

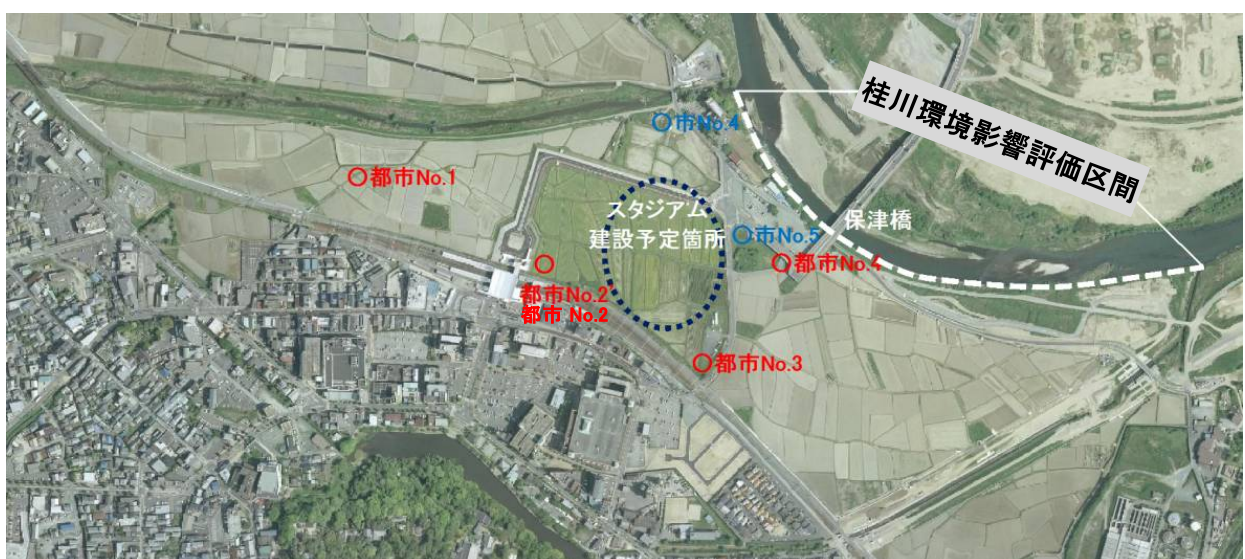


図2-(2)-7 観測井の位置及び桂川環境影響評価区間

2015年7月の再現解析

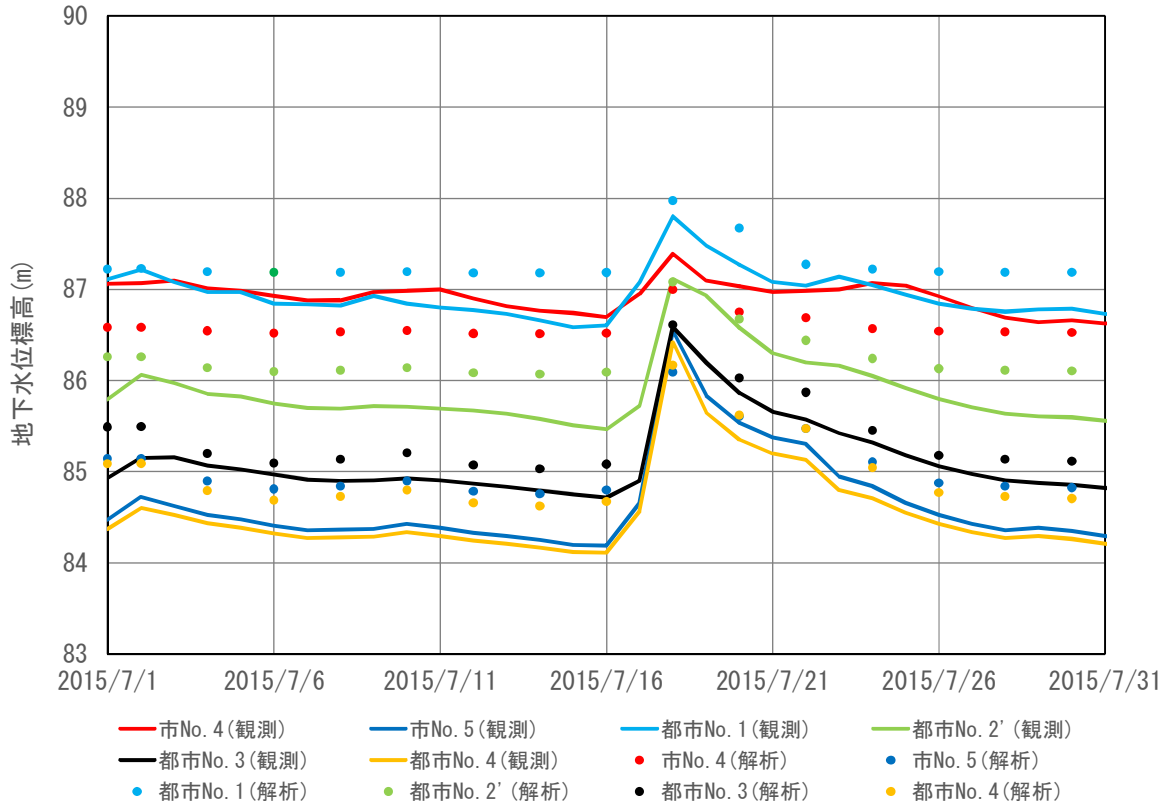


図 2-(2)-8 多雨期 (2015 年 7 月) の地下水位再現結果 (地下水位変動図)

2015年10月の再現解析

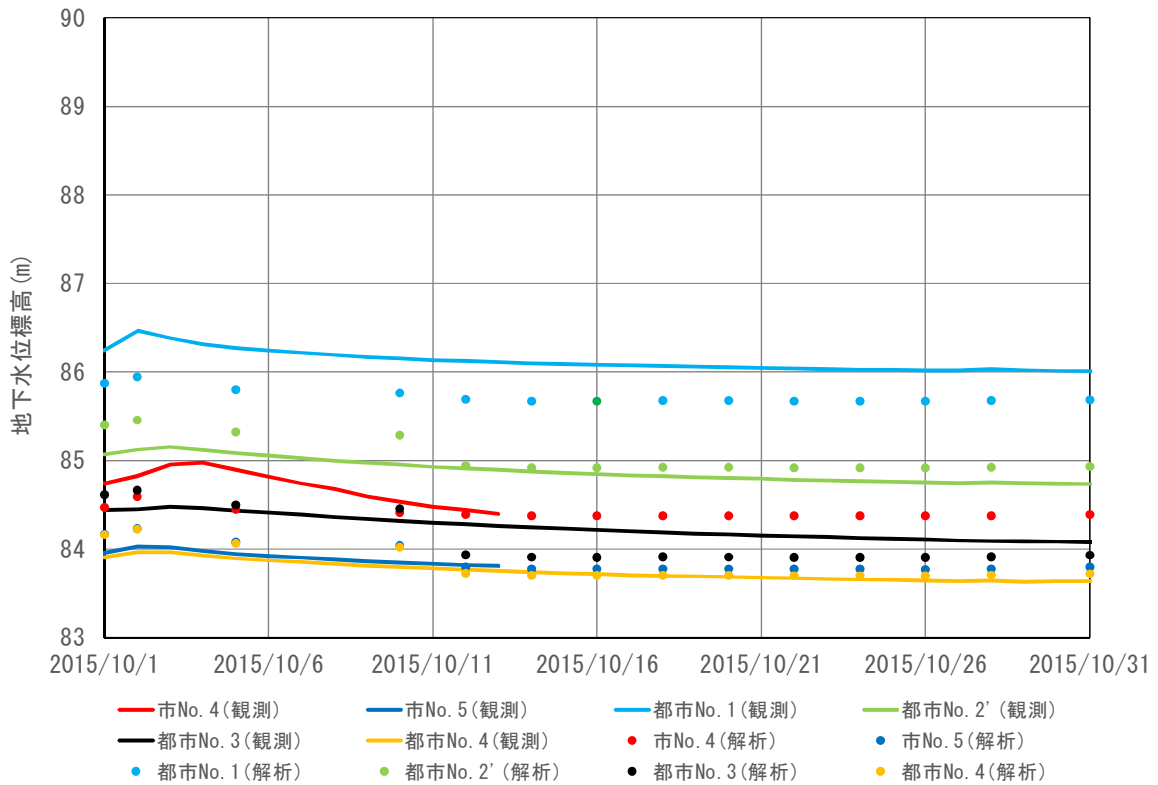


図 2-(2)-9 少雨期 (2015 年 10 月) の地下水位再現結果 (地下水位変動図)

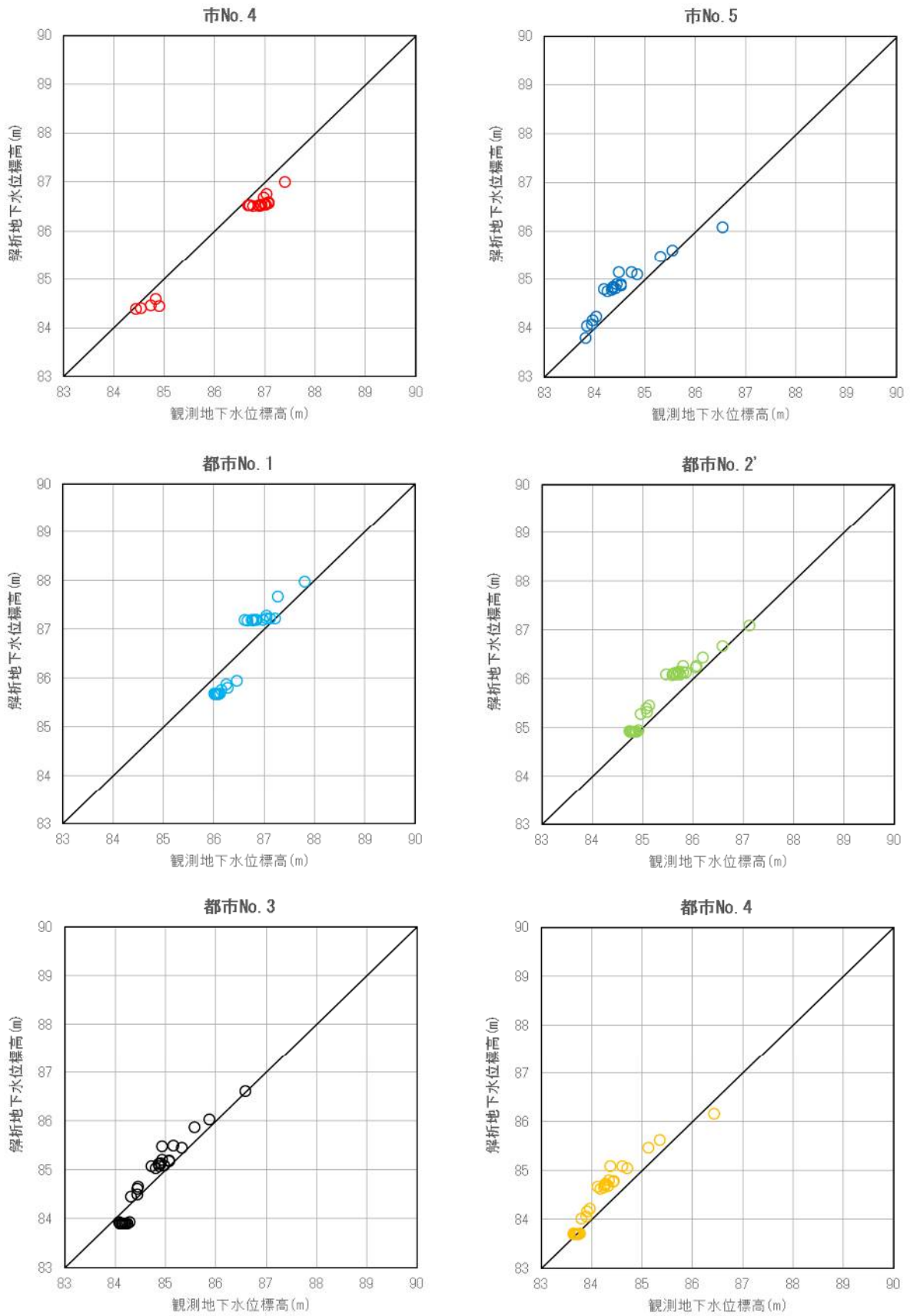
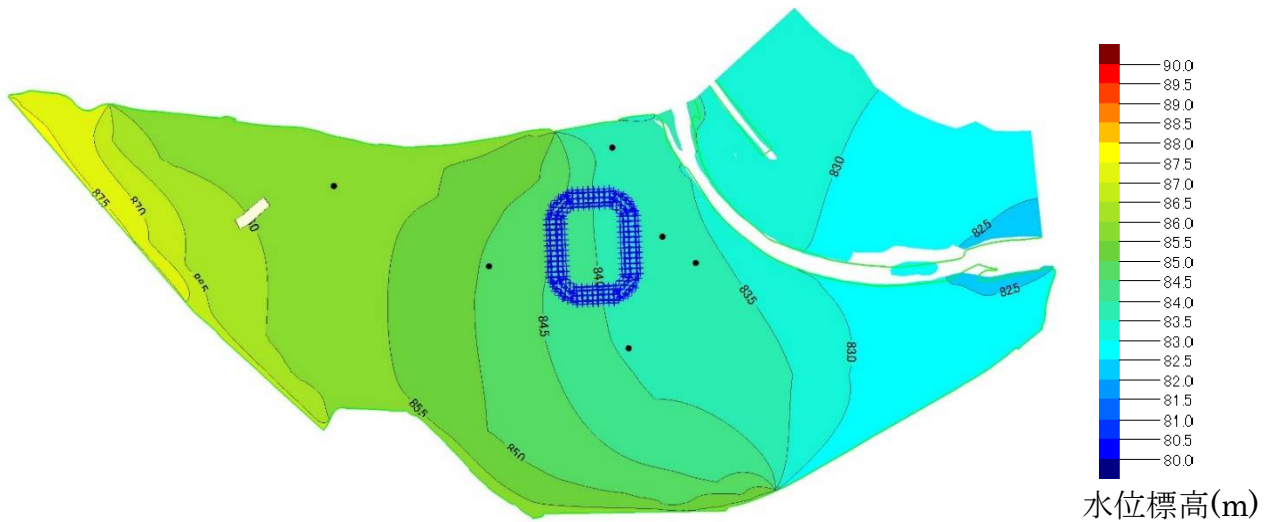
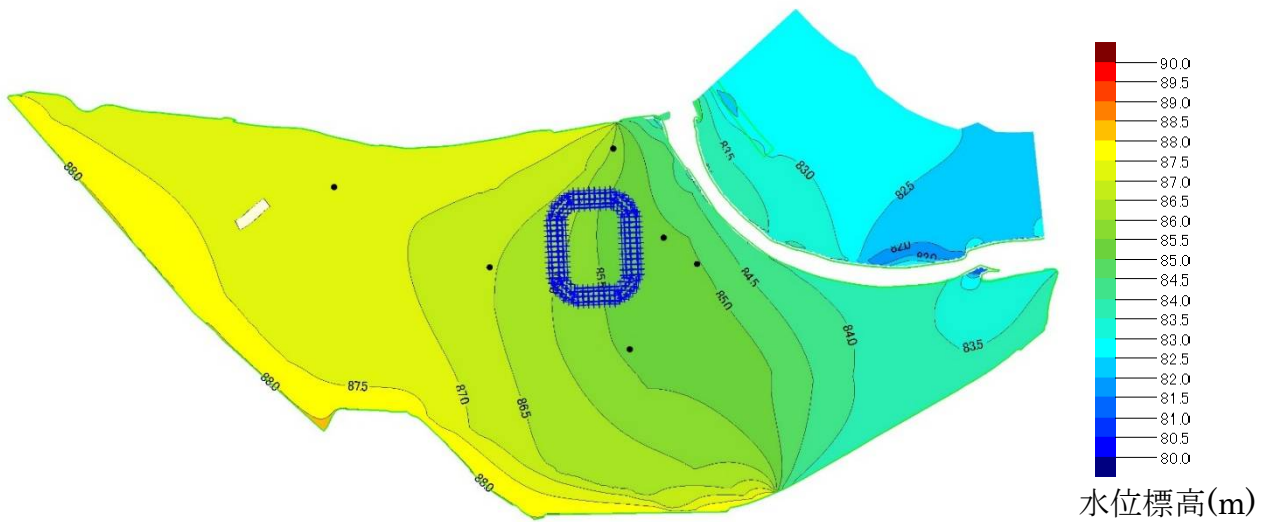


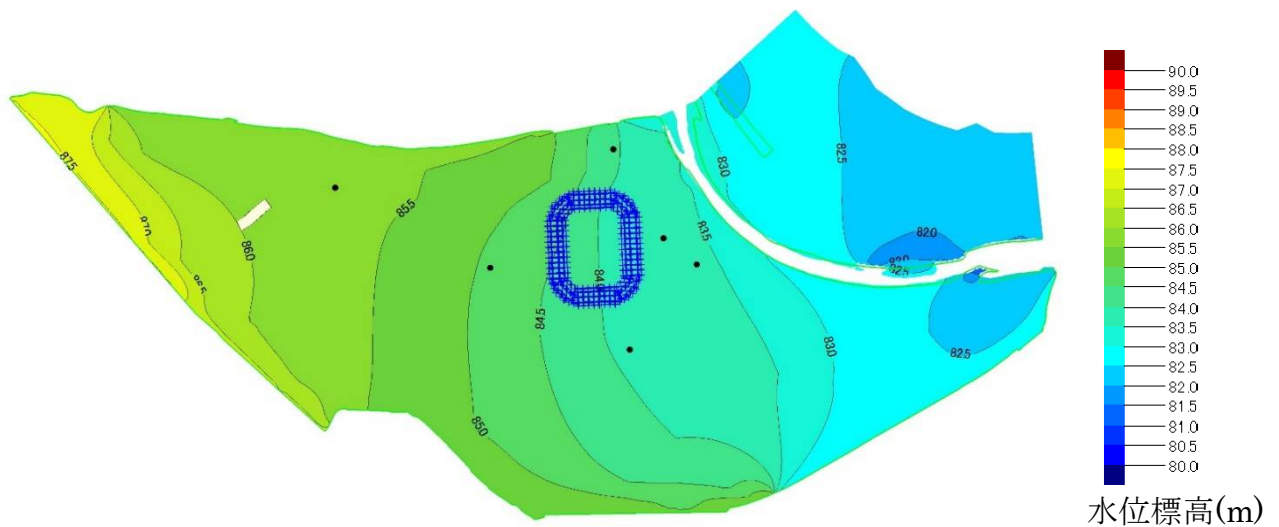
図 2-(2)-10 地下水位再現結果関係図 (2015 年 7 月と 10 月の解析値 vs 観測値)



【初期定常解析：2015年1月1日（出発地下水位）】



【非定常解析：多雨期2015年7月24日（スタジアム付近地下水動水勾配最大時）】



【非定常解析：少雨期2015年10月26日（地下水水位最低時）】

図2-(2)-11 地下水位再現解析の地下水位コンター図

2) スタジアム建設等に伴う地下水位の予測

①解析ステップ

スタジアム建設までの施工工程を考慮して、表 2-(2)-2 の各ステップの解析により地下水影響予測を行った。

表 2-(2)-2 地下水解析に係るステップ

ステップ1	駅北開発・スタジアム建設前	現況
ステップ2	駅北開発	駅北開発範囲の地表かん養をゼロ
	JR アンダーパス	JR アンダーパス（コンクリート）区間の相当する範囲の要素を不透水条件として、JR アンダーパスの流動阻害条件を追加（図 2-(2)-12
ステップ3	スタジアム	ステップ2に加え、スタジアム基礎フーチング面積で杭基礎下端までの要素を不透水条件として、スタジアム基礎の流動阻害条件を追加（表 2-(2)-3, 図 2-(2)-3)

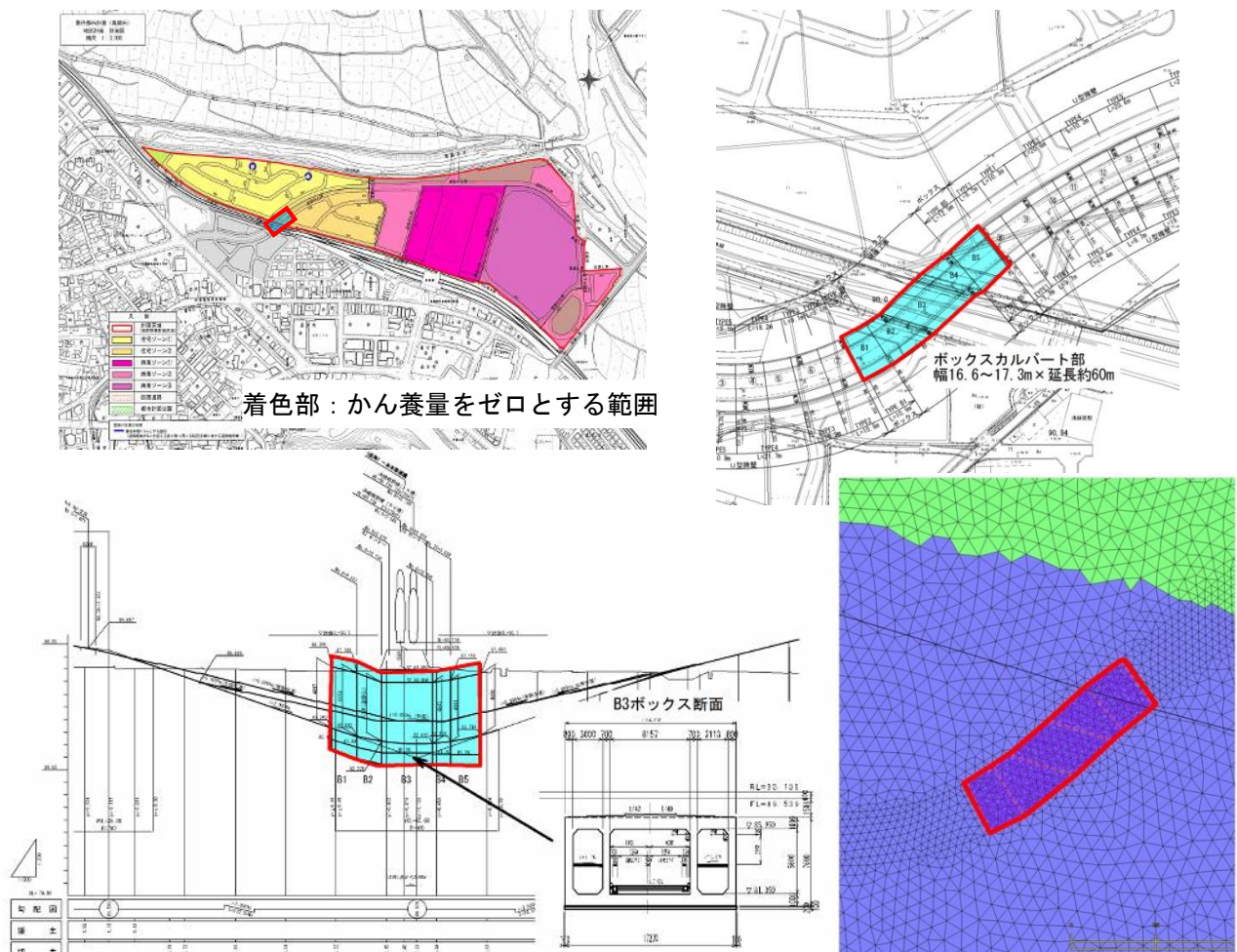


図 2-(2)-12 ステップ2における JR アンダーパスの地下水流動阻害範囲

表 2-(2)-3 スタジアム基礎フーチングによる阻害率（面積比率）