

専門家会議のセカンドオピニオン

平成 29 年 8 月 10 日

専門委員

井上 千弘

目次

1. はじめに

- (1) 専門家会議の検討事項ととりまとめ内容

2. 地下ピットがある状態の確認と評価

- (1) 専門家会議で確認・評価された内容
- (2) なぜ大気経由のリスクを考慮する必要があったのか
- (3) 現在のピットがある状態での評価

3. 地下ピット内での水銀等ガス濃度上昇防止策について

- (1) 専門家会議のとりまとめ
- (2) 地下ピット内空気の状況
- (3) 専門家会議のとりまとめへのセカンドオピニオン

4. 補助 315 号線連絡通路部の水銀等ガス濃度上昇防止策

- (1) 専門家会議のとりまとめ
- (2) 専門家会議のとりまとめへのセカンドオピニオン

5. 地下水管理システムの機能強化

- (1) 専門家会議のとりまとめ
- (2) 地下水管理システム稼働前の地下水管理の問題
- (3) 地下水管理システムの処理能力の問題
- (4) 地下水管理システムの稼働による汚染地下水の回収について
- (5) 専門家会議のとりまとめへのセカンドオピニオン
 - 1) 地下水管理システムの機能強化
 - 2) 地下水質の変化のモニタリングによる管理

1. はじめに

(1) 専門家会議の検討事項ととりまとめ内容

- 「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」(以下、「専門家会議」という。)の検討事項は、以下に示す同会議の設置要綱に沿って行われた。
 - ① 地下ピットがある状態の確認と評価
 - ② リスク管理上必要な対応策の検討
 - ③ その他必要な事項
- 専門家会議では「地下ピットがある状態の確認と評価」を踏まえて、「リスク管理上必要な対応策の検討」を行った結果を取りまとめ、平成 29 年 6 月 11 日に「豊洲市場における対応策について」として公表している。この内容が専門家会議の会議体としての結論である。
- 当初盛土層を設ける予定であった建物下の部分に実際には盛土層が設置されずその代わりに地下ピットが設置された状態を踏まえてその対策が検討されるものであり、専門家会議での検討の対象となるのは主として豊洲市場用地のうちの建物部分である。しかしながら、各街区の地下水は建物と建物以外の部分で区切られていないので、地下水による影響に関しては各街区ごとに建物外を含めて検討されるものとなる。

平成 29 年 6 月 11 日
専門家会議

豊洲市場における対応策について

1. 豊洲市場における対応策の提言

(1) 市場用地についての対応策

1) 地下ピット内での水銀等ガス濃度上昇防止策

- ① 地下ピット内への水銀等ガスの侵入の防止又は抑制と地下ピット内の換気を組み合わせた対策を行うことにより、将来建物 1 階部分の床（コンクリート）にひび割れ等が生じたとしても 1 階で空気中の水銀等ガス濃度が上昇することがないようにする必要がある。
- ② 検討案 1 及び検討案 2（資料 8－1）は、いずれも上記①のための対策方法として妥当であると判断する。

2) 補助 315 号線連絡通路部の水銀等ガス濃度上昇防止策

- ① 観測用人孔外側のペントナイト混合土層との境界部分からの水銀等ガスの侵入防止を図り、上部砕石層内の水銀等ガス濃度が上昇しないように対応する必要がある。また、上部砕石層内の水銀等ガス濃度が上昇するようであれば換気等を行うべきである。
- ② 水銀等ガス対応方法（資料 8－4）は、上記①の水銀等ガス侵入防止のための方法として妥当であると判断する。

(2) 地下水管理システムの機能強化

- ① 地下水管理システムの機能強化を図り、早期に目標管理水位（A.P.+1.8m）まで地下水位を低下させるとともに、地下水位上昇時の揚水機能を強化する必要がある。
- ② 地下水管理システムによる地下水位上昇時の揚水処理により、汚染地下水を徐々に回収し、地下水汚染を徐々に浄化していくべきである。
- ③ 地下水管理システムの稼働に伴う市場用地内での地下水質の変化をモニタリングにより管理していくべきである。
- ④ 地下水管理システムの機能強化方法（資料 8－2）は、上記①及び②のための対策方法として妥当であると判断する。
- ⑤ 今後の地下水モニタリング案（資料 8－3）は、上記③のための方法として妥当であると判断する。

以上

（第 6 回「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」資料より）

2. 地下ピットがある状態の確認と評価

(1) 専門家会議で確認・評価された内容

○専門家会議では地下ピットがある状態での現在のリスクをとりまとめており、建屋部分においても現状では問題は生じないとしている。

①地下水経由のリスク

豊洲市場において地下水の飲用その他の利用は予定されていないため、問題は生じない。

②汚染土壌の直接摂取（摂食、皮膚接触）によるリスク

市場用地内（遮水壁で囲まれた内側）で把握された操業由来の土壌汚染は全て処理されており、AP+2.0 m以深にのみ自然由来の汚染土壌が存在する。建物部分は地下ピット部の床面が敷均コンクリート又は厚さ50 cmの再生コンクリート砕石層となっており、建物以外の部分は厚さ50 cm以上盛土されているため、汚染土壌の直接摂取の可能性はなく、問題は生じない。

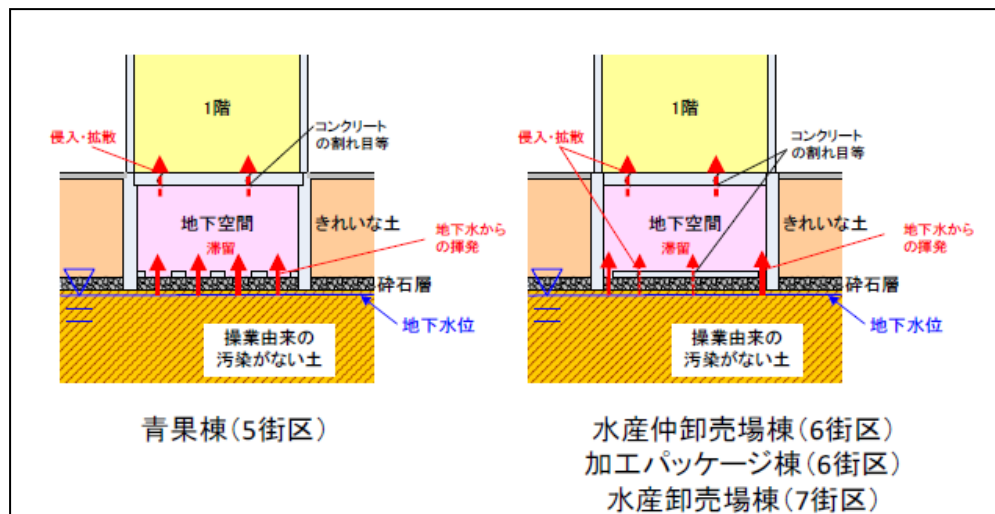
③室内空気経由のリスク

地下ピット内に溜った水（地下水）にわずかに含まれる水銀が気化し、換気のない地下ピット内の空気中に滞留することが確認された。建物1階部分の空気では水銀が検出されておらず、地下ピット内の空気が建物1階部分に侵入している可能性はないと考えられるため、現状においては問題は生じないと考えられる。

○上記③に関しては土壌汚染対策法では想定していない大気経由の汚染物質摂取のリスクを考慮したものである。なぜ、この点を考慮した対策がとられたのかについては、重要な点であるので本報告書で改めて整理する。

○③に関して、専門家会議では将来想定されるリスクとして、以下の点を指摘している。

建物1階部分の床面等にひび割れが生じたりし、地下ピット内の空気が建物1階部分に侵入する状態が発生する可能性を考慮すると、地下ピット内に滞留した水銀を含む空気がひび割れした部分等から建物1階部分に侵入、又は地下ピット内の空気中の水銀が建物1階部分の空気中に拡散して来る可能性が考えられる。また、ベンゼン、シアンについても、地下ピット下の地下水で地下水基準超過が確認されたことから、地下水から揮発して地下ピット内の空気中に滞留する可能性があると考えられるため、将来については水銀ガスの場合と同様のリスクを考えておくべきである。



(第6回「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

○上述の事項を踏まえ、専門家会議ではリスク管理上の対応策として以下をあげている。

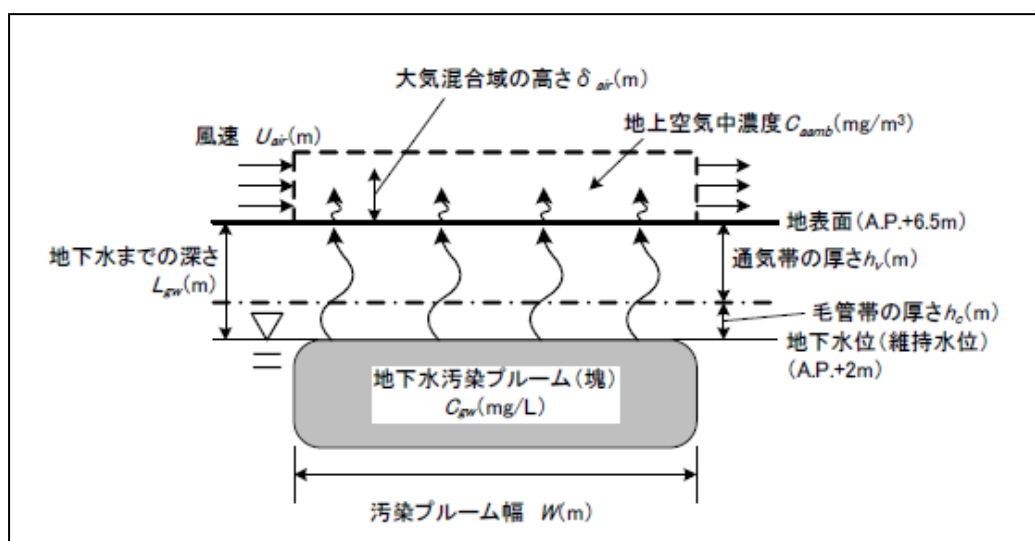
- ①地下水から気化した水銀等ガスの地下ピット内への侵入防止策
- ②地下ピットの空气中水銀等濃度の上昇防止策
- ③地下ピット内の空气中水銀等濃度のモニタリング(管理)

(2) なぜ大気経由のリスクを考慮する必要があったのか

○土壌汚染対策法で想定している有害物質の曝露経路は、汚染土壌の経口（直接）摂取と汚染土壌の影響による地下水の飲用による間接摂取によるものであり、汚染土壌から揮発した有害物質を含む大気の吸入による間接摂取は想定されていない。これに対し、平成19年度に設置された「豊洲新市場予定地における土壌汚染対策等に関する専門家会議」（以下、「旧専門家会議」と称する）では、地下水から揮発した有害物質が隙間や亀裂から建物内に侵入していくことによる人の健康および生鮮食料品等への影響が懸念されていることから、食の安全・安心という観点を考慮した上乗せ基準的な対策を提言している。

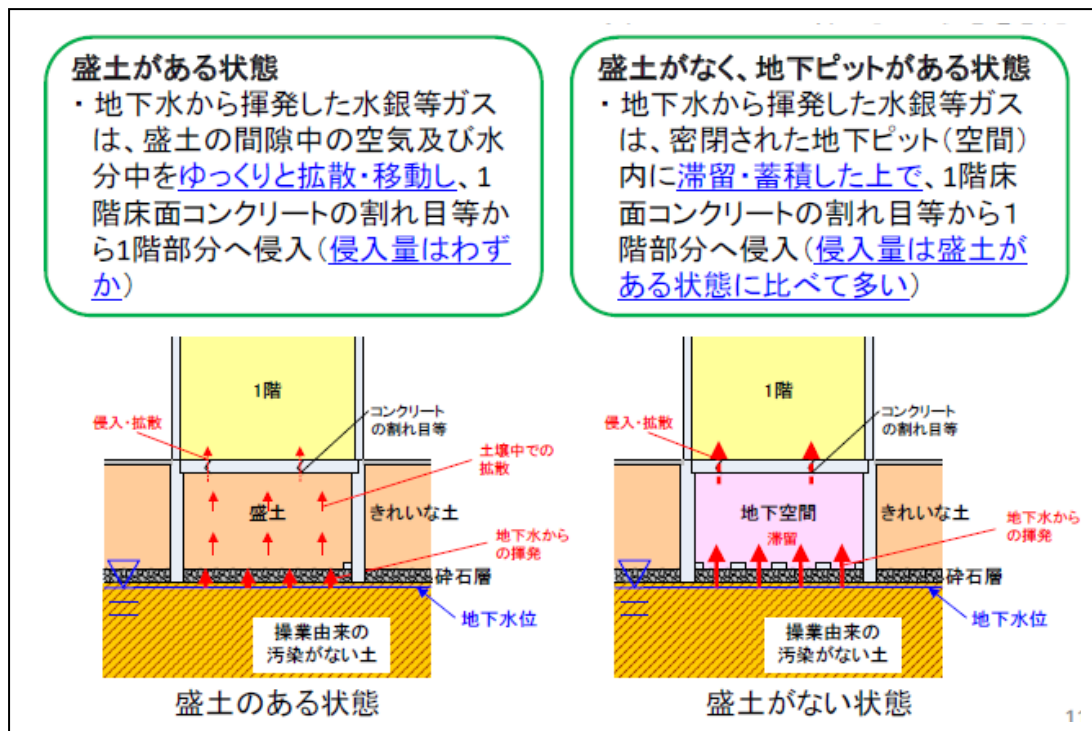
○旧専門家会議では、ASTM（米国材料試験協会）規格（ASTM E 2081-00）に示されている曝露量やリスクの計算方法を用い、地下水中に含まれる揮発性汚染物質の影響評価を行い、「ベンゼンについて、地下水中のベンゼン濃度を平均的な土壌特性下で1.1 mg/L以下にすることによって地上空气中ベンゼン濃度を大気環境基準（年平均値で0.003 mg/m³以下）を上回ることがなく、人の健康リスク上も問題のないレベルで地上空気環境を維持できること、また、シアン化合物については地下水中シアン化合物濃度を平均的な土壌特性下で3.7 mg/L以下にすることによって地上空气中のシアン化合物濃度を人の健康リスク上問題のないレベルで維持することが可能である」（豊洲新市場予定地における

土壌汚染対策等に関する専門家会議報告書より抜粋）と結論している。



（豊洲新市場予定地における土壌汚染対策等に関する専門家会議報告書より）

- その際の条件としては、ガス工場操業地盤面（AP+4.0 m）より AP+2.0 m までのガス工場操業由来の汚染土壌はすべて浄化され、その上に厚さ 2.5 m の盛土層が設置されていること、さらに地下水面が AP+2.0 m 以下に管理されていることをあげている。盛土層を設置する効果は、地下水から揮発した汚染物質が盛土の間隙水中への溶解・再揮発を繰り返しながら間隙の空气中をゆっくりと拡散・移動するため、盛土層を設置しない場合に比べて地表面からの汚染物質の流出を抑制することにある。また、モデルには組み込まれていないが、有害物質の一部は盛土層の土壌粒子に吸着保持されたり、土壌中に存在する微生物によって分解されたりするので、実際にはさらに盛土層内で減衰されることが期待できる。当然盛土層を厚くするほど、土壌間隙の体積が増加していくので、汚染物質流出抑制の効果は大きくなる。
- 実際には市場建物の地下部分には盛土層は設けられておらず、AP+2.0 m より上部に 50 cm の厚さの砕石層が敷設され、その上に地下ピット（地下空間）が設置されていた。したがって、地下水中の揮発性汚染物質は盛土層での流出抑制効果がほとんどないままに地下ピットに流入していくので、盛土層が設置されている場合に比べて、地上への汚染物質の流出量は多くなる。また、地下ピットが閉鎖状態となっている場合には、流入した汚染物質がそのまま蓄積し時間とともに高濃度となっていく。地下ピットの換気がなされず、地下ピット内の空气中的汚染物質が高濃度になった状態が生じ、かつ建物 1 階床のコンクリートの劣化で割れ目等が生じた場合、地下ピットからコンクリートの割れ目等を通じて高濃度の汚染物質が建物 1 階部分に一気に噴出する恐れがある。

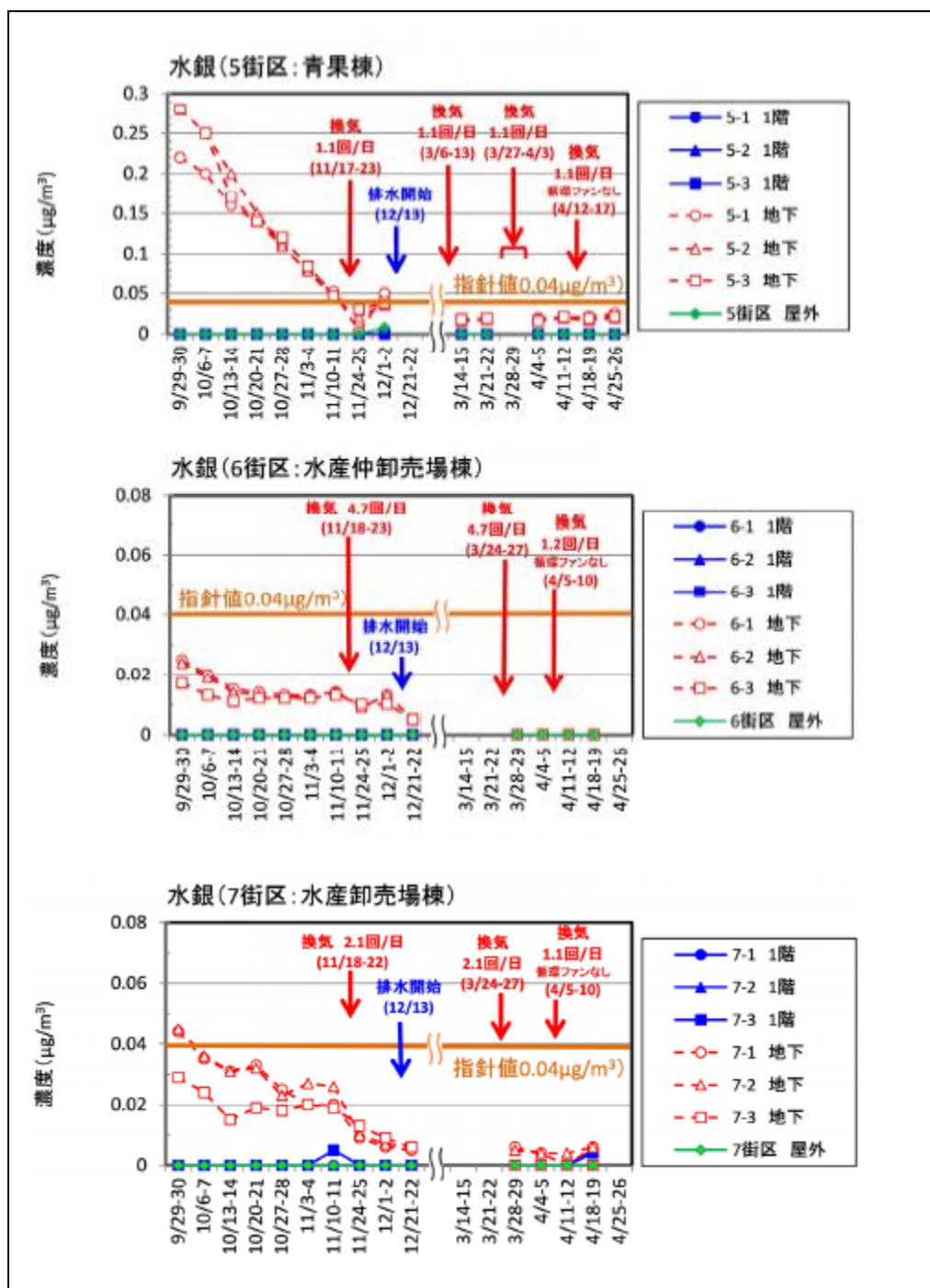


（第6回「豊洲市場における土壤汚染対策等に関する専門家会議」資料より）

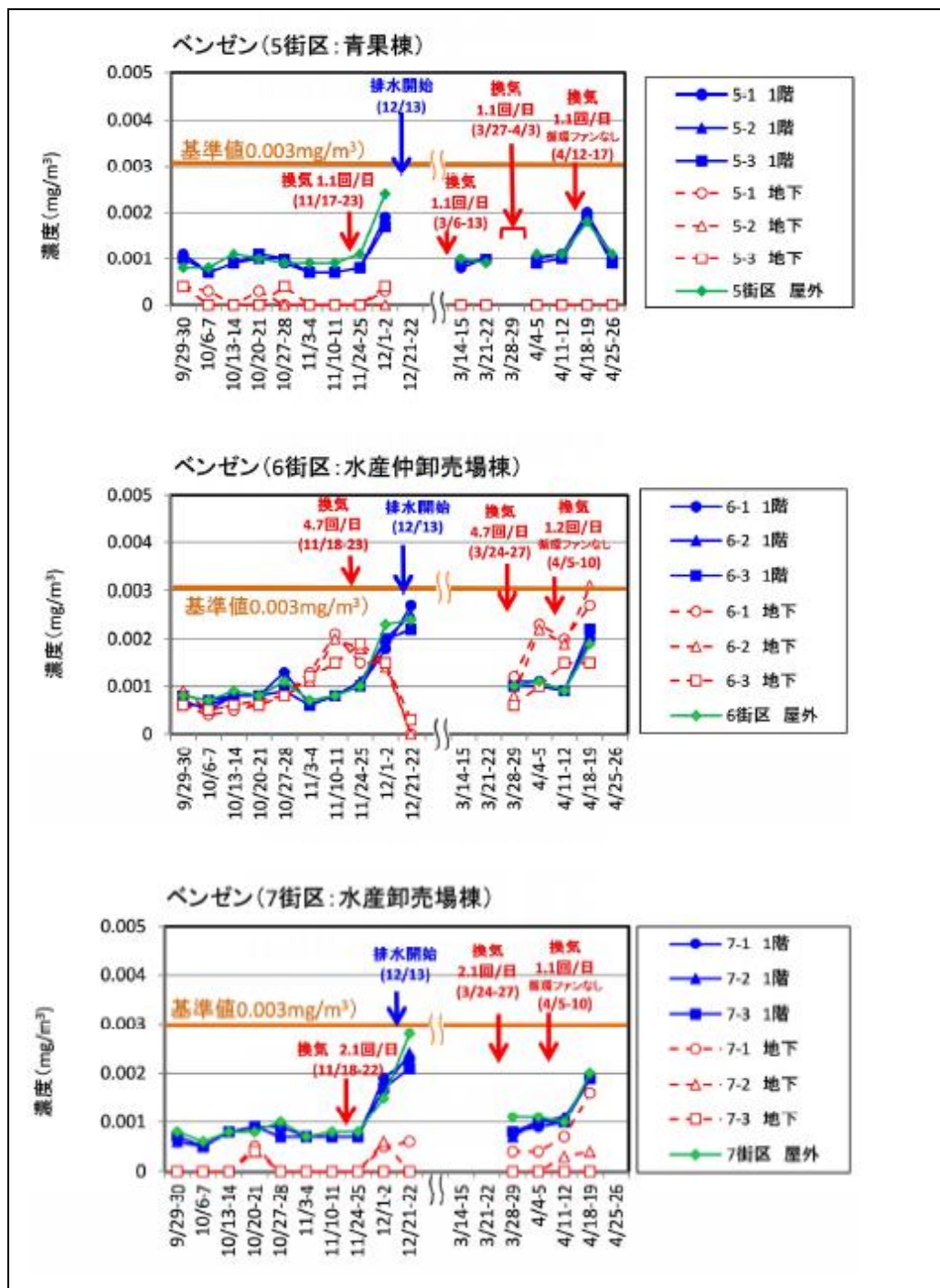
（3）現在の地下ピットがある状態での評価

- 平成28年9月以降に専門家会議の指示により、各街区の地下ピット内の空気と建物1階部分の空気の濃度が継続的に測定されてきた。
- 測定開始時には各街区の地下ピット内の空気中から水銀が検出された。特に5街区の地下ピットでは水銀濃度が大気汚染防止法の指針値を大きく上回っていた。しかしいずれの地下ピットにおいても次第に水銀濃度は低下し、5街区においても11月以降はほぼ指針値以下を推移している。この濃度低下の要因としては、10月以降採水等により地下ピットへの立ち入りが多く行われたため、地下ピット内の空気の一部、特に試料採取地点近傍の空気が換気されたことが考えられる。11/17-23に東京都により吸気と排気ファンを用いた地下ピット内の強制換気が合計7回行われた。5街区においては、その直前の測定で行われた測定では地下ピット内空気中の水銀濃度は指針値を超過しており、換気直後の測定では水銀濃度は指針値を下回った。しかし換気終了1週間後の測定では水銀濃度が上昇し、その後再び水銀濃度が低下していくという結果となった。これは地下ピット内に局所的に残留していた水銀濃度の高い空気が、強制換気により移動して水銀濃度の低い空気と混合したことによると推測される。
- 一方で、いずれの街区においても建物1階部分や屋外の空気中からは水銀はほとんど検出されていない。地下ピット内の空気中から検出された水銀は、地下水内にわずかに溶

け込んでいた水銀が気化したもので、地下ピット内が密封状態にあった期間に滞留・蓄積したものと考えられる。



(第6回「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

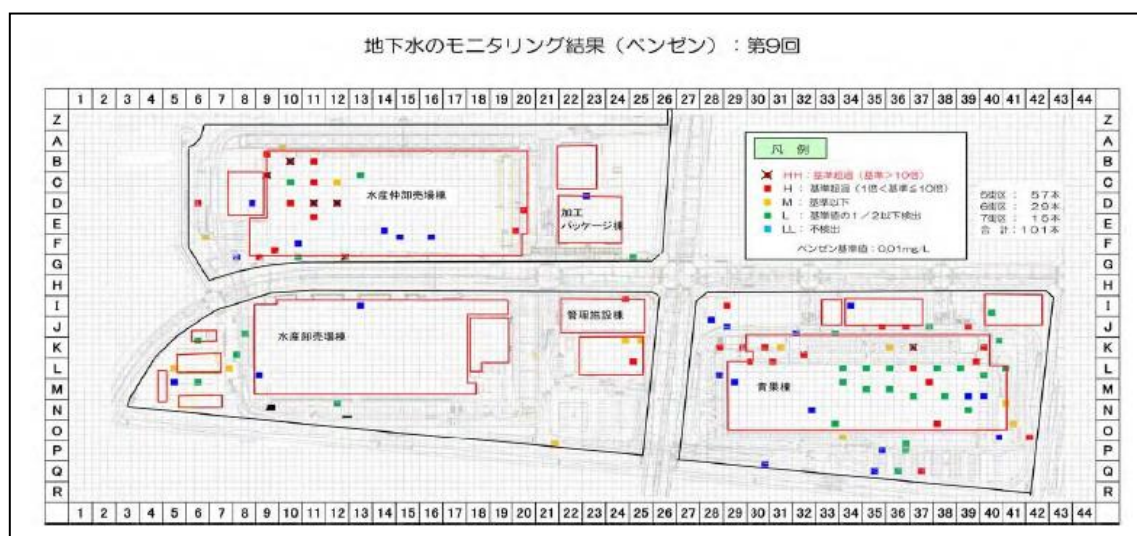


(第6回「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

○ベンゼンは測定開始以降、大気汚染防止法で定める大気環境基準値を超える測定値は得られていない。いずれの街区でも建物1階部分と屋外のベンゼン濃度はほぼ一致しており、これらの濃度と東京都内3か所の大気中ベンゼン濃度の観測値との間には正の相関

がみられる。5街区と7街区では屋外のベンゼン濃度に比べ地下ピットのベンゼン濃度の方が低くなっており、換気とともに地下ピットのベンゼン濃度が上昇する傾向がみられる。一方、6街区では屋外に比べ地下ピットのベンゼン濃度の方が高くなっていたが、換気を行うことにより両者の濃度が均衡化している。

- 第8回の地下水モニタリングの試料採取は平成28年8月～9月に行われ、101本のベンゼン観測井戸のうち2本で地下水環境基準超過が認められた。第9回の地下水モニタリングの試料採取は平成28年11月～12月に行われ、この時のベンゼンの基準超過井戸の内訳は5街区で57本中18本、6街区で29本中15本、7街区で15本中2本である。
- モニタリング井戸の周辺の地下水においてベンゼン濃度の上昇が始まったのは9月以降と考えられるが、この濃度上昇と6街区の地下ピット内空気中のベンゼン濃度の上昇との間には関連性がうかがえる。一方、同時期において5街区と7街区の地下ピット内空気中のベンゼン濃度はほとんど検出下限以下であり、地下水中のベンゼン濃度の上昇との関連性は見られない。
- 地下水中のベンゼン濃度の上昇との関連が示唆された6街区の地下ピット内空気中のベンゼン濃度は11月以降に実施された換気により低下している。したがって、6街区においても現時点での地下水の状態から変化がない限りにおいて、地下ピットの定期的な換気を行うことにより、地下ピット内のベンゼン濃度が大気環境基準を超過することは起こらないと考えられる。
- これまでのところ、建物1階部分の空気では水銀や大気由来以外のベンゼンは検出されておらず、現時点で地下ピット内の空気が建物1階部分に侵入している可能性はないと考えられる。
- なお水銀とベンゼン以外の、シアンをはじめとする揮発性の有害物質は、地下ピット内の空気中からは検出されていないので、現時点でそれらの影響はない。



(第4回「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

3. 地下ピット内での水銀等ガス濃度上昇防止策について

(1) 専門家会議のとりまとめ

- 専門家会議のとりまとめでは「地下ピット内への水銀等ガスの侵入の防止又は抑制と地下ピット内の換気を組み合わせた対策を行うことにより、将来建物1階部分の床（コンクリート）にひび割れ等が生じたとしても1階で空気中の水銀等ガス濃度が上昇することがないようにする必要がある。」とされている。またその対策方法として東京都から示された「検討案1」および「検討案2」をいずれも妥当なものとして判断している。

地下ピットにおける水銀等ガス侵入防止対策(案)		
	検討案1	検討案2
■対策の考え方	①遮断シートにより、水銀等ガスの侵入を大幅に低減 ②換気により、水銀等ガスの濃度上昇を防止	①換気により、水銀等ガスの濃度上昇を防止 ②コンクリートにより、水銀等ガスの侵入を低減
対策の内容		
空気測定	年12回(当番) ^{※1}	年12回(当番) ^{※1}
■契約+工事期間 ^{※2}	22か月	8か月
■総費用(65年間) ^{※2} ＝①+②	85～95億円	40～50億円
①工 事 費	50～55億円	15～20億円
②維持管理費(65年間)	35～40億円	25～30億円
留意すべき事項	○遮断効果の確認 ・ 国内実績なし、水田実績あり ・ 遮断性能、耐久性等の確認	○コンクリートのひび割れ抑制への配慮 ・ 露合 ・ 目地の設置 ・ チェックと補修

○案1、2とも、万一、水銀等ガスの濃度が基準値等を超えた場合は仮設換気で対応

※1 当番(対策効果の確認期間): 1.2回/年、1.5か所(地下: 青果、水耕、水産物は3、加工品は1、1階: 各棟1、外気1)、対策効果の確認後: 2～4回/年、9か所(地下: 1階: 各棟1、外気1)

※2 「契約+工事期間」、「総費用」は概算。今後、詳細検討により精査

(第6回「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

(2) 地下ピット内空気の状況

- 地下ピット内空気中の有害物質濃度は、平成28年9月29-30日に最初の測定が行われた。この時点で5街区の水銀濃度は大気汚染物質濃度の指針値を超過しており、換気がない状態では地下水中に揮発性有害物質が含まれた場合、その物質が揮発して地下ピット内の空気が人体に影響のあるレベルに汚染されることが明らかになった。また地下ピット内を換気することにより、水銀濃度を人体に影響のないレベルに低下できることが示された。
- 豊洲市場用地の場合、地下水中に含まれる揮発性有害物質としては、水銀の他に、ベンゼン、シアンがあげられる。このうちベンゼンは、街区によっては測定開始時点で地下

ピット内に蓄積が認められた。ベンゼンは建物周辺の外気中にも含まれており、その濃度は地下ピット内のベンゼン濃度より高かった。そのため換気により地下ピット内のベンゼン濃度がどこまで低減できるかは示されていない。またベンゼンは地下水管理システムの稼働以降、地下水中から検出されるようになっている。現時点でのその影響は不明であるが、今後も地下水から揮発するベンゼンがどの程度なのかに関して着目し、その評価をすべきである。シアンは地下水中で検出されているものの、地下ピット内の空気からは検出されていない。シアンガスは酸性水中で発生するため、現状のアルカリ性の地下水からのシアンの揮発の懸念はない。

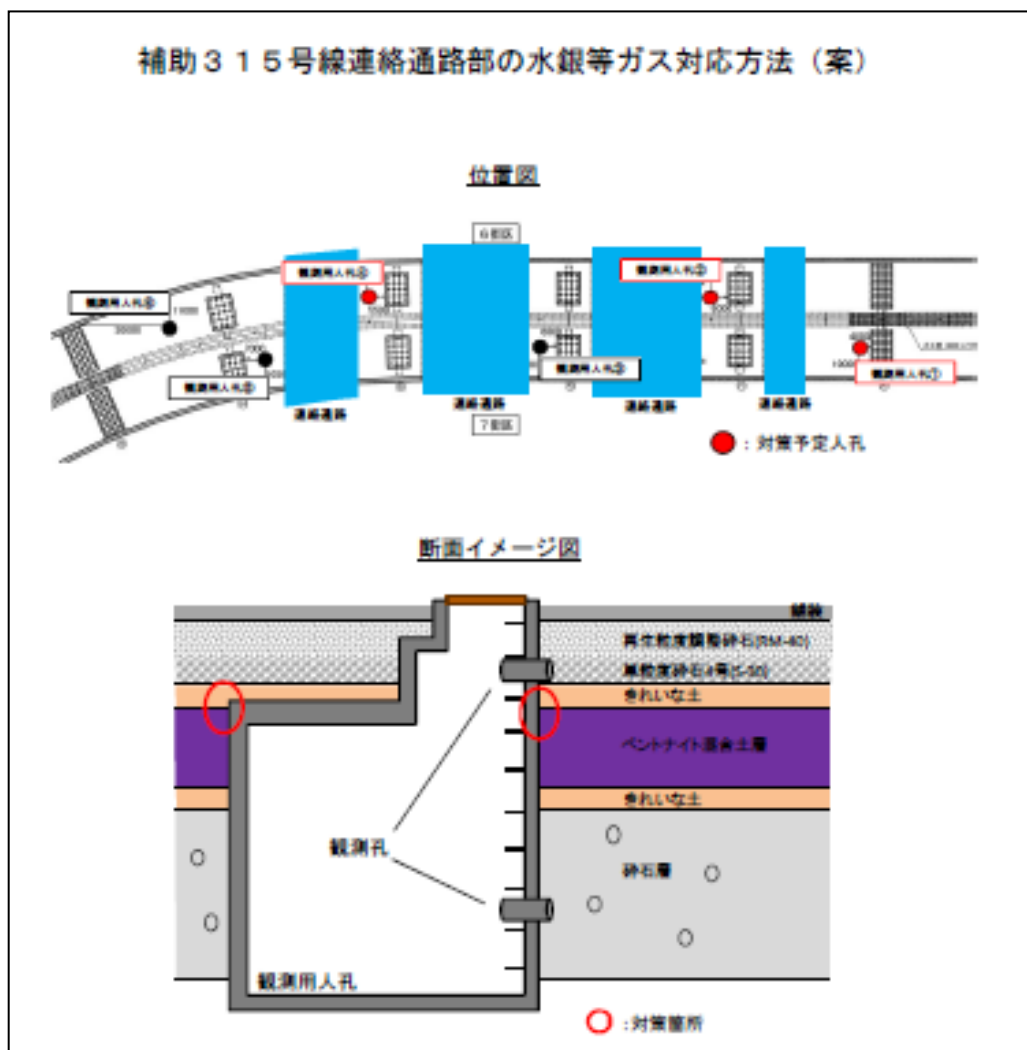
(3) 専門家会議のとりまとめへのセカンドオピニオン

- 専門家会議では「地下水から気化した水銀等ガスの地下ピット内への侵入防止策」として以下の6項目をあげている。
 - ①床面への受動的なバリアの敷設によるガス侵入の遮蔽
 - ②床下での受動的な換気による水銀等ガスの侵入防止
 - ③床下での能動的な減圧・換気による水銀等ガスの侵入防止
 - ④床上の膜下での減圧・換気による水銀等ガスの侵入防止
 - ⑤床下での加圧による水銀等ガスの侵入防止
 - ⑥地下ピット内での加圧による空気の侵入防止
- 専門家会議では、上記のうち①に基づき地下ピットの床面に揮発性成分の侵入を防ぐ特殊な遮蔽シートを敷き、必要に応じて換気を行うという対策（検討案1）を提起している。この方法は国内での実績は乏しいが、米国では多くの実績がある。
- また専門家会議では、地下ピット内の機械的換気を常時行い水銀等ガスの濃度上昇を防止するとともに、地下ピット床面にコンクリートを敷設し水銀等ガスの侵入を防止する対策（検討案2）を提起している。この方式では設計・施工時から供用後の管理までコンクリートのひび割れ防止への配慮が求められる。
- 検討案1および検討案2とも、地下ピットへの床面からの揮発性有害成分の侵入を防止し、わずかに侵入したものは地下ピットの換気により濃度上昇を防ぐものであり、この対策のいずれかが確実に実施されれば、建物1階部分で空気中の水銀等ガスの濃度が上昇することはない。よってこれらの対策は「盛土に代わる措置」として妥当なものと評価できる。
- これらの対策により、建物下の地下水中から揮発する有害成分はAP+2.0 m からAP+2.5 m の間に設置された碎石層内を通じてAP+2.5 m より上の盛土層内を移動することになるが、ベンゼン等の揮発性有害物質が現状の地下水中の濃度レベルであれば、盛土層によって十分流出を抑制させることが可能である。
- なお、総費用は検討案1では85～95億円、検討案2では40～50億円と見積もられており、いずれの案でも高額な費用を要するため、その縮減策を検討していく必要がある。

4. 補助 315 号線連絡通路部の水銀等ガス濃度上昇防止策

(1) 専門家会議のとりまとめ

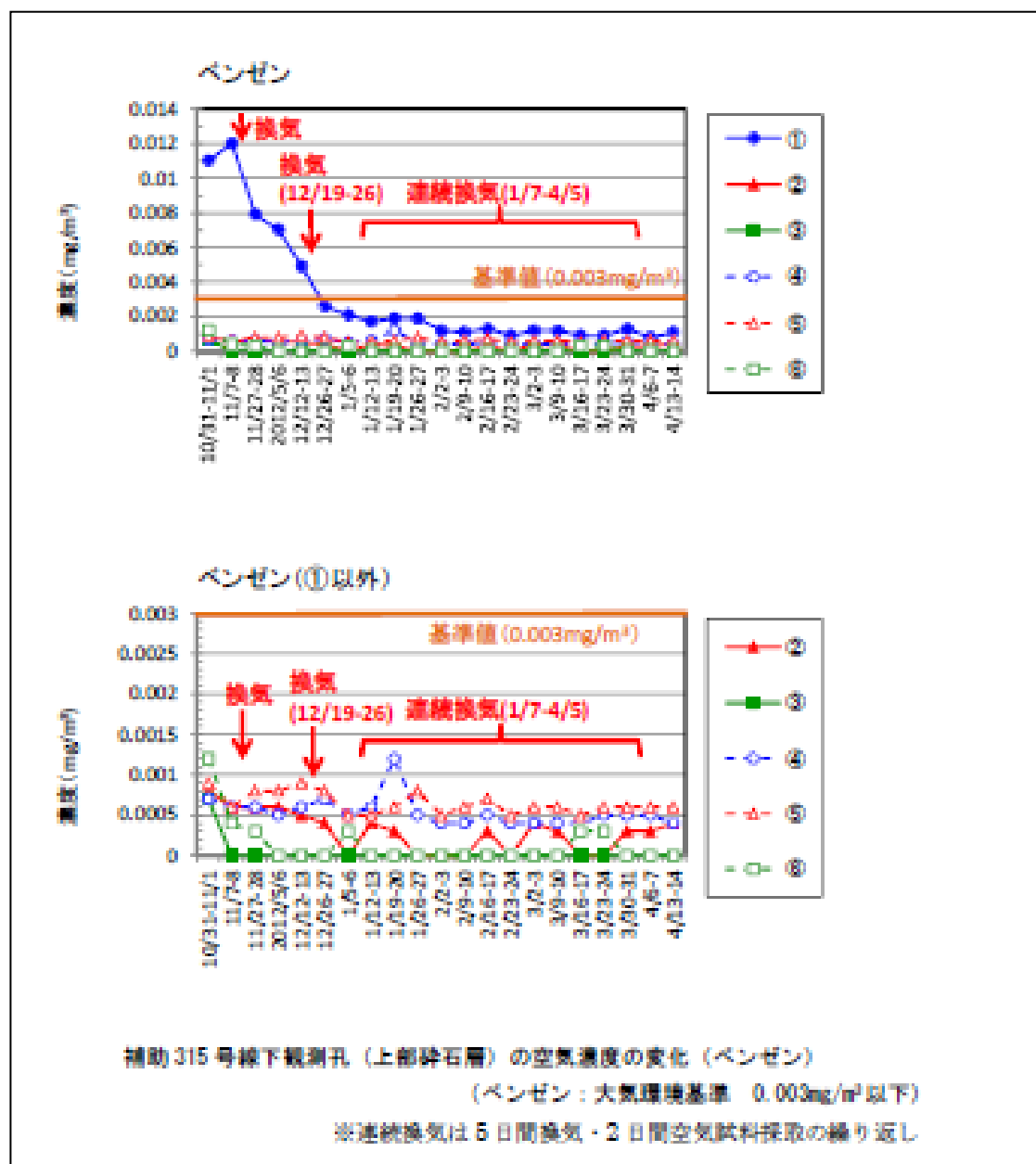
○専門家会議の取りまとめでは、「観測用人孔外側のベントナイト混合土層との境界部分からの水銀等ガスの侵入防止を図り、上部砕石層内の水銀等ガス濃度が上昇しないように対応する必要がある。また、上部砕石層内の水銀等ガス濃度が上昇するようであれば換気等を行うべきである。」とされている。またその対策方法として東京都から示された「補助 315 号線連絡通路部の水銀等ガス対応方法」を妥当なものと判断している。



(第 6 回「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

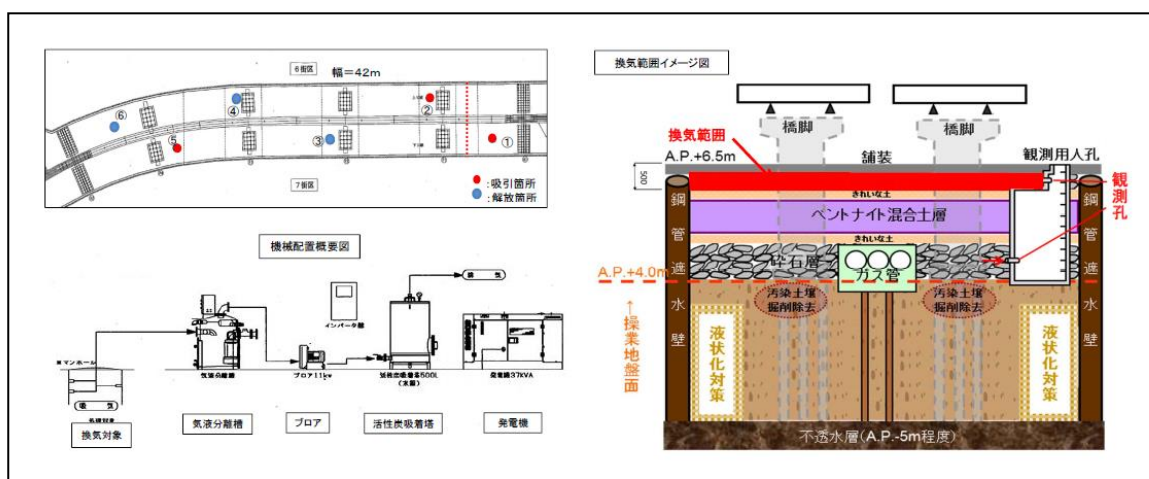
(2) 専門家会議のとりまとめへのセカンドオピニオン

- 補助315号線は市場敷地外であり、市場用地とは異なる土壤汚染対策が行われた経緯があり、碎石層の下部にある土壌からは汚染物質が完全には除去されていない可能性がある。
- 補助315号線下の上部碎石層に設けられた観測地点の一部から大気環境基準値を上回るベンゼンや指針値を上回る水銀が検出された。上部碎石層全体の換気を行うことにより、これら有害物質の濃度は基準値以下に低下している。



(第6回「豊洲市場における土壤汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

- 基準を超過したベンゼンや水銀が検出された地点は、観測用人孔（マンホール）が設置された場所の近傍である。これらの観測用人孔は6街区と7街区の連絡通路の敷地外の場所に設置されている。連絡通路が設置されている地点の上部砕石層からはこれら揮発性有害物質は検出されておらず、これらの地点ではベントナイト混合土層により揮発性汚染物質の上昇が阻まれているものと考えられる。
- このような状況が生まれた原因として、ベントナイト混合土層と観測用人孔との間に隙間が生じている可能性があり、その隙間を通じて揮発性の有害物質が上昇したことが考えられる。
- 専門家会議では、充てん剤等でベントナイト混合土層と観測用人孔との間の隙間を埋める対策を提起している。この対策により揮発性汚染物質が上部砕石層まで上昇することはなくなるので、妥当な対策であると評価できる。
- もし上部砕石層まで揮発性汚染物質が到達した場合には、すでに設置されている換気装置を運転することにより、その濃度を低減させることは可能であり、すでに実績も得られている。また、定期的な観測により上部砕石層まで汚染物質が到達していないことを確認しておくことが重要である。



(第6回「豊洲市場における土壤汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

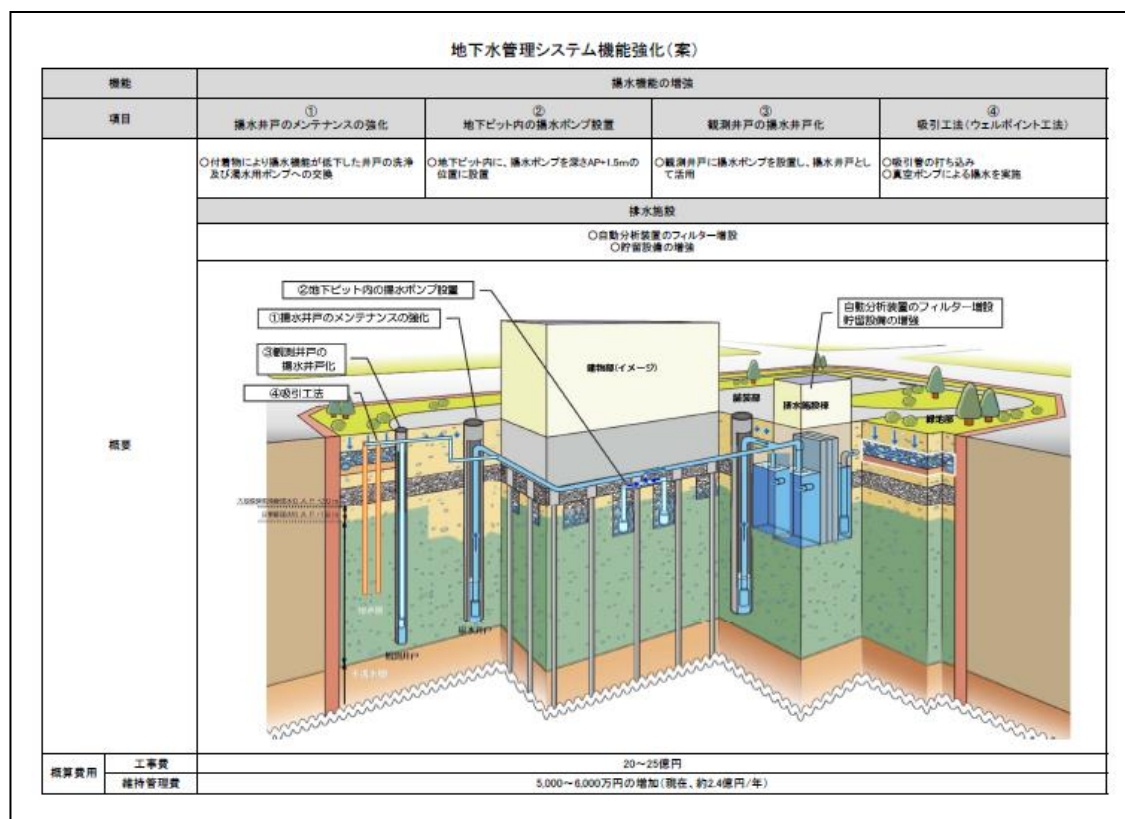
5. 地下水管理システムの機能強化

(1) 専門家会議のとりまとめ

○専門家会議での取りまとめでは、以下①～③を述べている。

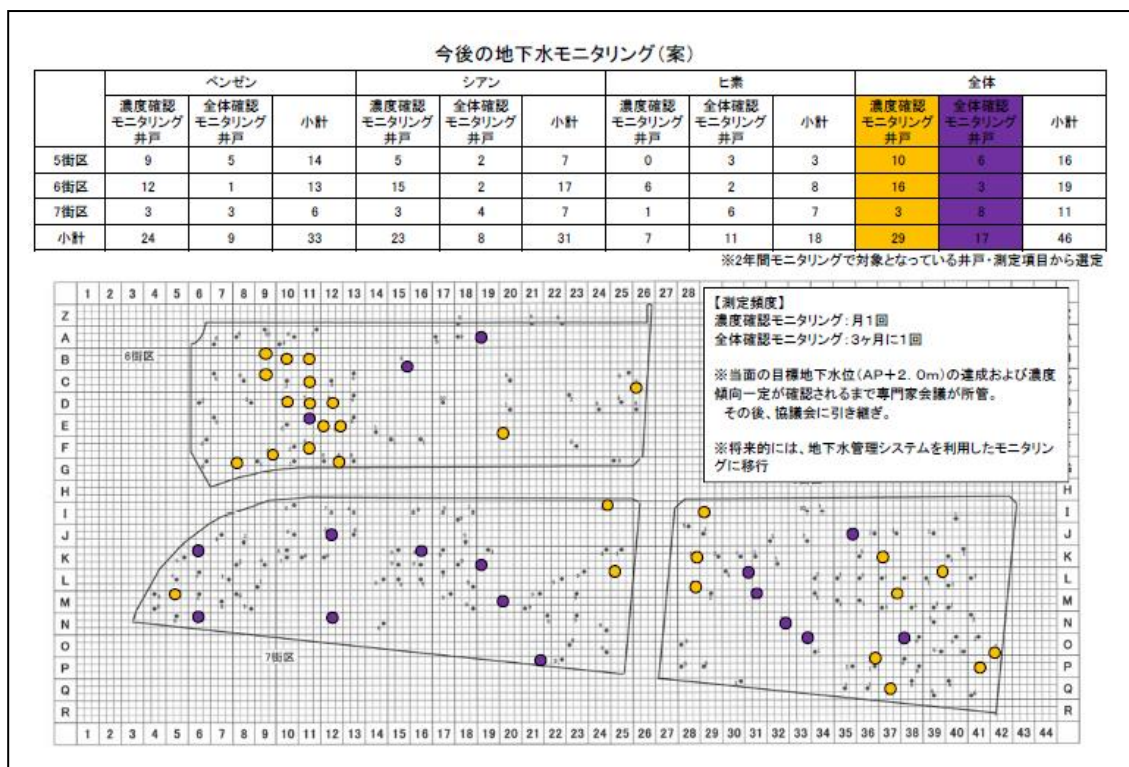
- ①地下水管理システムの機能強化を図り、早期に目標管理水位（AP+1.8 m）まで地下水位を低下させるとともに、地下水位上昇時の揚水機能を強化する必要がある。
- ②地下水管理システムによる地下水位上昇時の揚水処理により、汚染地下水を徐々に回収し、地下水汚染を徐々に浄化していくべきである。
- ③地下水管理システムの稼動に伴う市場用地内での地下水質の変化をモニタリングにより管理していくべきである。

○上記①と②の対策方法として、東京都から提案された「地下水管理システムの機能強化方法」は妥当なものと判断している。



(第6回「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

○上記③のための方法として、東京都から提案された「今後の地下水モニタリング」の計画は妥当なものと判断している。



(第6回「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

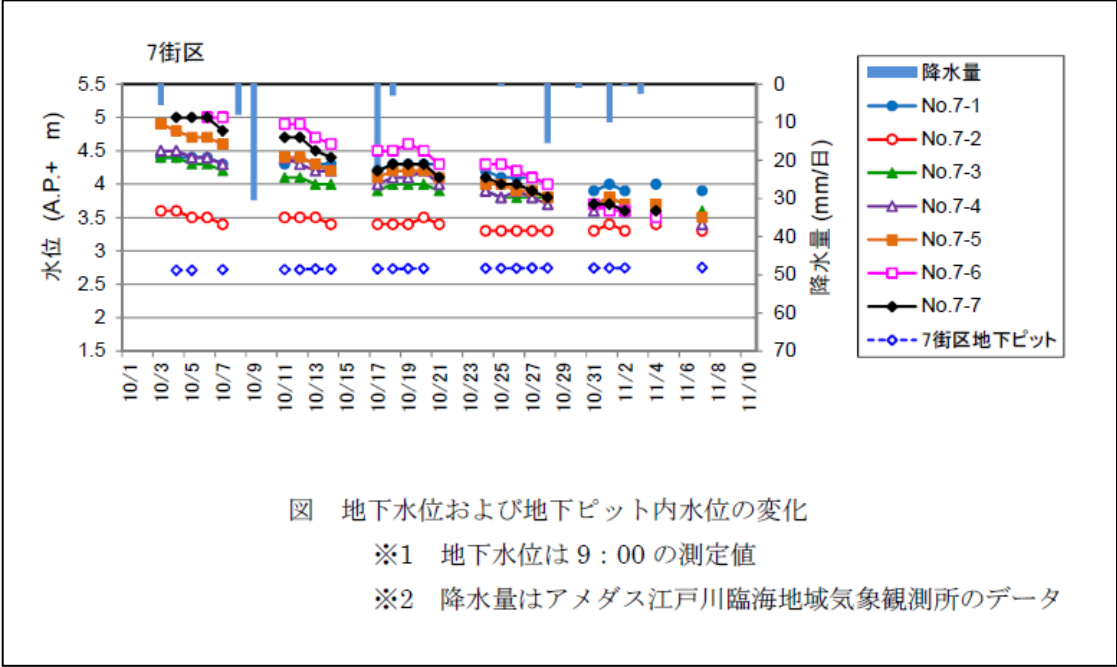
(2) 地下水管理システム稼働前の地下水管理の問題

- 地下水位を目標管理水位 (AP+1.8 m) 以下に維持することは、土壌汚染対策および液状化対策の前提となっている。しかし現在、地下水位は AP+1.8 m 以下に維持するという目標は達成されていない。
- 中央卸売市場当局によれば地下水管理システム稼働前後の排水方法等は、下表のとおりである。平成28年7月から8月にかけて仮設の排水設備を撤去したため、その後の2ヶ月間十分な排水設備がない状態となっていた。

平成28年7・8月まで	地下ピットや外構工事で掘削した部分にたまった水をポンプでくみ上げ、仮設の排水設備により排水
平成28年8・9月から	地下水管理システムの試運転により揚水・排水
平成28年10月から	地下水管理システムの本格稼働により揚水・排水
平成28年12月から	地下ピット内の排水

- 土壌汚染対策工事完了(平成26年初め)から地下水管理システム稼働開始(平成28年秋)まで、地下水位を AP+1.8 m 以下に維持するための対策が取られた形跡はない。

○平成 28 年 10 月の時点で地下水位は 7 街区建物外で最大 AP+5 m に到達していた（この時点での 7 街区地下ピットの地下水位は AP+2.7 m）。



(第 2 回「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

豊洲市場用地における地下水位測定結果

平成29年8月7日(月) 11:00公表
(単位:A.P.+m)

測定日	時刻	観測井戸における地下水位																					
		5街区(青果棟)						6街区(水産卸売棟棟)						7街区(水産卸売棟棟)									
		No.5-1	No.5-2	No.5-3	No.5-4	No.5-5	No.5-6	No.5-7	No.6-1	No.6-2	No.6-3	No.6-4	No.6-5	No.6-6	No.6-7	No.7-1	No.7-2	No.7-3	No.7-4	No.7-5	No.7-6	No.7-7	
7月24日	月	9:00	2.33	2.45	2.56	2.47	2.42	2.35	3.22	3.30	3.57	2.97	2.51	2.74	2.45	2.76	3.09	3.08	2.71	2.30	2.44	2.14	2.40
	17:00	2.33	2.46	2.57	2.47	2.42	2.35	3.22	3.32	3.58	2.97	2.52	2.76	2.46	2.76	3.11	3.09	2.71	2.31	2.45	2.15	2.42	
7月25日	火	9:00	2.33	2.44	2.58	2.45	2.42	2.35	3.22	3.30	3.56	2.98	2.49	2.73	2.44	2.76	3.10	3.06	2.70	2.29	2.44	2.15	2.40
	17:00	2.33	2.44	2.58	2.45	2.41	2.35	3.22	3.31	3.56	2.96	2.49	2.73	2.42	2.75	3.11	3.07	2.70	2.29	2.44	2.15	2.40	
7月26日	水	9:00	2.33	2.42	2.57	2.42	2.41	2.34	3.23	3.28	3.54	2.95	2.46	2.69	2.39	2.74	3.09	3.02	2.68	2.26	2.42	2.14	2.38
	17:00	2.32	2.40	2.56	2.41	2.40	2.33	3.21	3.27	3.52	2.93	2.44	2.68	2.37	2.73	3.08	3.03	2.67	2.25	2.41	2.12	2.37	
7月27日	木	9:00	2.32	2.39	2.55	2.41	2.39	2.33	3.20	3.26	3.49	2.92	2.43	2.67	2.34	2.72	3.06	3.08	2.66	2.24	2.39	2.05	2.36
	17:00	2.32	2.39	2.54	2.42	2.37	2.32	3.20	3.27	3.49	2.90	2.43	2.67	2.32	2.73	3.06	3.10	2.66	2.25	2.39	2.01	2.36	
7月28日	金	9:00	2.32	2.39	2.53	2.42	2.37	2.32	3.20	3.26	3.49	2.91	2.43	2.68	2.30	2.72	3.05	3.09	2.66	2.25	2.39	1.98	2.36
	17:00	2.32	2.41	2.54	2.44	2.36	2.33	3.19	3.29	3.51	2.91	2.46	2.72	2.31	2.73	3.07	3.11	2.66	2.27	2.40	1.97	2.37	
7月31日	月	9:00	2.32	2.39	2.53	2.45	2.35	2.33	3.19	3.27	3.52	2.91	2.50	2.73	2.39	2.75	3.07	3.19	2.66	2.24	2.39	1.91	2.35
	17:00	2.32	2.42	2.54	2.47	2.35	2.34	3.19	3.30	3.53	2.91	2.53	2.77	2.41	2.76	3.09	3.20	2.67	2.26	2.40	1.91	2.36	
8月1日	火	9:00	2.33	2.40	2.53	2.46	2.36	2.34	3.21	3.28	3.52	2.90	2.50	2.73	2.41	2.76	3.08	3.18	2.66	2.25	2.40	1.90	2.35
	17:00	2.33	2.41	2.53	2.46	2.36	2.34	3.22	3.29	3.53	2.91	2.50	2.74	2.41	2.77	3.08	3.18	2.67	2.25	2.40	1.89	2.35	
8月2日	水	9:00	2.32	2.39	2.53	2.45	2.36	2.34	3.21	3.28	3.51	2.90	2.47	2.72	2.39	2.76	3.08	3.19	2.66	2.24	2.39	1.88	2.34
	17:00	2.32	2.40	2.53	2.46	2.35	2.34	3.21	3.28	3.51	2.90	2.47	2.73	2.38	2.77	3.08	3.20	2.66	2.24	2.39	1.88	2.34	
8月3日	木	9:00	2.32	2.39	2.52	2.45	2.35	2.34	3.21	3.28	3.50	2.90	2.46	2.71	2.37	2.76	3.08	3.19	2.65	2.23	2.39	1.87	2.33
	17:00	2.32	2.40	2.53	2.46	2.35	2.34	3.20	3.29	3.51	2.90	2.47	2.73	2.37	2.77	3.08	3.20	2.65	2.25	2.39	1.86	2.34	
8月4日	金	9:00	2.31	2.39	2.52	2.45	2.35	2.34	3.21	3.28	3.49	2.89	2.46	2.71	2.36	2.76	3.07	3.17	2.64	2.23	2.39	1.86	2.33
	17:00	2.31	2.40	2.53	2.46	2.34	2.35	3.20	3.29	3.51	2.90	2.48	2.74	2.37	2.77	3.08	3.18	2.64	2.25	2.40	1.85	2.34	

(東京都ホームページ、「豊洲市場の地下水位について」より)

○建物の工事期間という制約はあったとしても、長期間にわたって地下水の水位が管理目標値を大きく上回った状態に置かれ、しかもその状況の評価すら行われていなかったことは大きな問題である。

(3) 地下水管理システムの処理能力の問題

○中央卸売市場当局によれば地下水管理システムの揚水能力の設計値は各街区 200 m³/日（合計 600 m³/日）であるのに対し、平成 29 年 3～5 月の実績では地下水位は目標管理水位には到達していないにもかかわらず、1 街区あたりの平均で 10～30 m³/日の揚水量で推移している。

地下水管理システムの稼働状況(放流量)																																		
平成29年3月																																		
	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	31日	放流量 (m³)		
	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	放流量 (m³)
5街区	12.7	0.0	12.5		38.0		0.0	12.5	12.7	12.5		24.8		12.6	0.0	12.3	12.7		37.7		12.5	12.5	8.7		31.0		12.3	6.1	16.4	12.7				
6街区	25.3	0.0	25.3		88.5		12.7	25.3	25.3	25.3		50.6		0.0	37.8	12.7	25.3		87.7		38.8	12.6	25.3		50.5		12.7	7.9	14.2	25.3				
7街区	38.4	12.8	25.6		63.9		25.6	25.6	12.8	25.6		7.3		44.1	15.0	23.4	25.6		76.7		25.6	12.8	25.6		64.6		25.5	12.8	23.5	25.5				
平成29年4月																																		
	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	31日	放流量 (m³)		
	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	31日	放流量 (m³)		
5街区		12.2		6.0	23.9	12.8	12.3		48.9		12.3	12.2	31.0	18.3		87.6		18.6	24.6	25.0	18.6		61.4		18.6	24.6	24.9	24.8						
6街区		50.7		38.0	38.0	12.6	25.3		50.7		25.3	25.4	25.3	25.3		63.4		12.6	25.3	25.3	25.3		79.5		25.3	0.0	12.7	12.6						
7街区		63.9		25.6	18.1	20.2	25.5		73.0		29.2	25.6	38.4	25.6		102.3		25.6	38.3	38.4	38.3		102.3		38.4	38.3	25.6	38.4						
平成29年5月																																		
	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	31日	放流量 (m³)		
	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	放流量 (m³)		
5街区	62.0	16.7			20.9			10.5	32.2	32.5	10.8		54.3																					
6街区	56.1	22.4			145.9			22.5	12.0	31.3	13.5		44.8																					
7街区	90.0	37.9			166.3			25.6	25.6	25.6	25.6		76.7																					

(第 6 回「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

○地下水管理システムが設計通りの能力を発揮していない理由として、中央卸売市場当局は地盤の透水係数が当初の想定より低いことや井戸・ポンプに目詰まりが生じていることを挙げている。システムの本格稼働後、平成 29 年 7 月末までで 3 街区合計で 58 か所ある揚水井戸のうちの 19 か所について洗浄を行っており、またポンプの点検・交換を行った揚水井戸は 3 街区合計で 11 か所となっている。本格稼働から 1 年未満でポンプの 2 割弱が交換されることはかなり異常な事態である。

○市場敷地内では液状化対策が実施され、土壌の透水係数が低下し地下水の流動性が制約されている。中央卸売市場当局の見解でも、このような敷地で大規模な地下水の揚水が行われた実績はないとのことである。予見は困難であったかもしれないが、今後の教訓とすべきことである。

○平成 28 年 12 月からは地下ピットからの強制排水が行われ、その量は平成 29 年 5 月 15 日までの時点で 3 街区合計 31,561 m³である。

地下ピット下の排水量								
日付	排水量							(単位: m ³)
	5街区	6街区			7街区		全街区合計	
	青原様	水産物卸売場様 西	水産物卸売場様 東	合計	加工パッケージ様	6街区合計	水産物卸売場様	
3月23日 (木)		4	22	26	5	31	29	60
3月24日 (金)		4	22	26	17	43	23	66
3月25日 (土)								
3月26日 (日)								
3月27日 (月)			78	78	69	147	44	191
3月28日 (火)			29	29	1	30	45	75
3月29日 (水)			28	28		28	39	67
3月30日 (木)			31	31	4	35	34	69
3月31日 (金)			53	53	22	75	41	116
4月1日 (土)								
4月2日 (日)								
4月3日 (月)			80	80	54	134	44	178
4月4日 (火)			30	30	9	39	50	89
4月5日 (水)			30	30	8	38	38	76
4月6日 (木)			33	33	12	45	34	79
4月7日 (金)			12	12	23	35	41	76
4月8日 (土)								
4月9日 (日)								
4月10日 (月)			63	63	56	119	59	178
4月11日 (火)			78	78	87	165	61	226
4月12日 (水)			49	49	29	78	70	148
4月13日 (木)		19	33	52	16	68	49	117
4月14日 (金)		54	14	68	6	74	50	124
4月15日 (土)								
4月16日 (日)								
4月17日 (月)	16	4	69	73	81	154	72	242
4月18日 (火)	7		100	100	52	152	162	321
4月19日 (水)			80	80	25	105	106	211
4月20日 (木)		16	39	55	19	74	67	141
4月21日 (金)		7	19	26	15	41	23	64
4月22日 (土)								
4月23日 (日)								
4月24日 (月)	13	40	56	96	43	139	86	238
4月25日 (火)		10	18	28	14	42	47	89
4月26日 (水)		17	30	47	44	91	63	154
4月27日 (木)		21	36	57	14	71	53	124
4月28日 (金)		18	32	50	27	77	17	94
4月29日 (土)								
4月30日 (日)								
5月1日 (月)								
5月2日 (火)								
5月3日 (水)								
5月4日 (木)								
5月5日 (金)								
5月6日 (土)								
5月7日 (日)								
5月8日 (月)	11	82	103	185	65	250	133	394
5月9日 (火)	7	24	50	74	20	94	49	150
5月10日 (水)	3	21	48	69	47	116	16	135
5月11日 (木)	6	19	43	62	40	102	46	154
5月12日 (金)	9	19	34	53	41	94	19	122
5月15日 (月)		57	97	154	117	271	79	350
合計	3,065	6,680	8,346	15,026	2,678	17,704	10,792	31,561

(第6回「豊洲市場における土壌汚染対策等に関する専門家会議」資料より)

○東京都から提案された「地下水管理システムの機能強化案」に関し、第 6 回専門家会議で技術調整担当課長は以下のように述べている。「揚水井戸の部分のメンテナンスを強化することで、3 街区合わせまして 100～160 トンぐらいいきたいと考えております。

(中略) 現在、地下ピットの中の強制排水を行っておりますけども、これをさらに格子状碎石の部分まで下げる形で水を取りやすくすることで、3 街区合わせて日量約 280～330 トンぐらい水をとることができると考えてございます。そのほか、観測井戸ということで水位をはかっているだけの井戸が今ございますので、これらにつきましても揚水するポンプを設置して、井戸自体を揚水井戸として活用しようということで、これで 20～50 トン弱ぐらい揚水できるのではないかと試算してございます。」(第 6 回「専門家会議」議事録 20-21 ページ)

○東京都の計画では、揚水量の 6・7 割を地下ピットからの強制排水で賄おうというものである。その際、釜場排水用のピットを AP+1.5 m の深さまで掘り下げることになっている。AP+2.0 m より上にある透水性の良い碎石層に存在している地下水は、このやり方で比較的容易に揚水できるものと考えられ、地下水水位を管理目標に近づけるためできるだけ早期にこの対策を進めるべきである。一方 AP+2.0 m から AP+1.5 m の間は地盤改良された土壌層であるので透水性は低く、この部分を通過してくる水には微細粒子が含まれ揚水ポンプのトラブルの原因になる恐れがある。特に地下水水位が目標管理水位 (AP+1.8 m) に近づいていくと、その可能性が高くなると考えられるため、あらかじめその対策も検討しておく必要がある。

(4) 地下水管理システムの稼働による汚染地下水の回収について

○専門家会議では、地下水の揚水処理により汚染地下水を徐々に回収し、浄化していくことを提言している。現時点では揚水処理された地下水中の有害物質は排水基準以下の濃度であるが、今後地下水水位の低下とともにその濃度が上昇してくる可能性がある。汚染物質は地下水管理システムで確実に処理されるので、汚染物質を積極的に地下水に溶出させて、その量を減らしていくことは重要である。汚染物質の回収・浄化を効率的に行うためには地下水の流動状態や汚染物質の地下水への溶出挙動などを解明していくことが必要になる。

○ベンゼン・シアンなどの汚染物質は主として極めて小規模なパッチ状に存在するタール溜まりに起因していると考えられ、その存在場所と存在量は地下水の観測データの推移から推定するしかなく、またその精度を高めていくには長期間の観測データが必要になる。

○豊洲市場用地全体に液状化対策が行われており、平均的に見ると土壌の透水係数は低下しているが、局所的には透水性の高い部分と透水性の低い部分が交互に繰り返される構造になっている場所が多い。このような場所での地下水の流動を解析するのはかなり困難な課題である。

- 第8回の地下水モニタリング以降、ベンゼン・シアン等の地下水環境基準超過が生じた理由についてはまだ解明には至っていないが、現時点では以下のような仮説が専門家から示されている。「要因を考えてみますと、一番考えられるのは、地下水管理システムが動き始めたのが8月以降ということですので、恐らく地下水の動きというのが一番大きな要因だったかなとは考えております。一番大きいのは、地下水位の変化だけではなくて、土壌の中の水圧の変化が大きく影響していますので、地下水流、それから地下水の状態がかなり変わっているのではないかと思います。」（第4回「専門家会議」議事録15ページ）
- 長期的な課題ではあるが、汚染物質の存在量と溶出挙動、地下水の流動状態、土壌粒子への吸脱着などを組み込んだ「地下水揚水による汚染物質の浄化モデル」を作成し、地下水揚水による汚染物質の回収・浄化の効果を検証していくことが必要であると考えられる。作成したモデルや設定値は、観測データにより修正を受けながら徐々に改良されていくものとなる。観測データが蓄積されモデルの精度が高まった段階では、汚染物質の残存量や地下水中の濃度を正確に予測できるようになることが期待される。
- 専門家会議の中では具体的には言及されていないが、ベンゼンとシアンは土壌中に棲息する微生物により分解が可能な物質である。現在モニタリング井戸で観測されている 1 mg/L 程度のベンゼン・シアン濃度であれば、分解微生物を活性化させる栄養剤等を添加しない状態でも年単位の時間スケールでみれば分解は可能と考えられる。今後地下水中の分解微生物の量や活性等を調べていくことにより、微生物分解の効果に関しても評価していくことができる。

（５）専門家会議のとりまとめへのセカンドオピニオン

１）地下水管理システムの機能強化

- 専門家会議での取りまとめでは、地下水管理システムの機能強化を図るとともに、揚水処理により汚染物質を回収・浄化するとしており、そのための地下水管理システムの機能強化方法として、以下の４点をあげている。
 - ①揚水井戸のメンテナンスの強化
 - ②地下ピット内の揚水ポンプ設置
 - ③観測井戸の揚水井戸化
 - ④吸引工法（ウェルポイント工法）の適用
- この方法で計画されている揚水量の内訳は、前述したように①の効果で 100～160 m³/日、②により 280～330 m³/日、③により 20～50 m³/日であり、④を除いた合計で 400～540 m³/日となっている。この 400～540 m³/日という揚水量は、豊洲市場用地の建物以外の部分に降った雨の半分程度が地下に浸透する量（１日あたりの平均値）に相当するので、この程度の揚水量が維持されれば地下水位を一定のレベルに保つことができる。したがってこれらの対策は地下水管理システムの機能強化に資するものと評価できる。

- 前述したように、②の対策により AP+2.0 m 付近までの地下水揚水は比較的スムーズに進行すると考えられるが、それより地下水位が低下すると液状化対策の影響で揚水がスムーズにいかなくなる可能性が考えられる。したがって目標管理水位である AP+1.8 m に到達させ、それを維持するためには、もう一段踏み込んだ検討が必要と考えられる。
- その一方で、地下水揚水量の削減のためには、雨水の地下浸透を抑制する対策も重要であり、この点に関しての検討も必要である。

2) 地下水質の変化のモニタリングによる管理

- 専門家会議での取りまとめでは、地下水管理システムの稼動に伴う市場用地内での地下水質の変化をモニタリングにより管理していくべきとしており、そのために「今後の地下水モニタリング」計画として、月 1 回の濃度確認モニタリングを 29 箇所、3 か月に 1 回の全体確認モニタリングを 46 箇所で行うものとしている。
- この計画では現在専門家会議が月 1 回のモニタリングを行っている 29 本の井戸に、全体的な井戸の配置を考えて 17 本の井戸を追加したものであり、市場用地内での地下水質の変化をモニタリングしていくうえでは適切なものと考えられる。
- モニタリングによる管理に関して、専門家会議では以下のように方針が述べられている。
「専門家会議では「当面の目標地下水位」という言葉を使っていますが、その AP+2 m の達成及び濃度傾向が一定になるというか、落ちついてくる状況が確認されるまで、専門家会議がこの 46 本の井戸の所管は行う。（中略）もともとモニタリングは協議会の所掌する測定項目でございますので、その後は協議会にお渡しをして、協議会で継続して観測をしていくというふうな理解でよろしいんですね。」（第 6 回「専門家会議」議事録 24 ページ）
- 「地下水管理システムの稼動に伴う市場用地内での地下水質の変化」に関しては、専門家会議の方針に追加して、前述した「地下水揚水による汚染物質の浄化モデル」につなげることが望まれる。このモデルにより豊洲市場用地にわずかに残置されている汚染物質の挙動を説明する段階に至れば、豊洲市場用地の地下の状況に関し定量的で視覚的にも分かりやすい情報を発信することが可能となる。