

資料 2

第 5 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 議事概要（案）

第5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
議事概要（案）

1. 報告・説明（1）

（1）再調査における第9回地下水モニタリング結果の評価についての結論

① 第9回地下水モニタリング結果の評価について、座長より専門家会議としての結論及びその理由が読み上げられた（以下に結論を示す）。

- ・第9回地下水モニタリングで地下水基準を超過する観測井戸が急増した原因について
 - ・第9回地下水モニタリングによる分析結果について、「暫定値」の「暫定」を外し、正式な値とする。
 - ・ただし、観測井戸のパージ水を分析試料とした1箇所（P38-6（シアン：不検出））については、モニタリング結果として不適切と考えられることから、再調査を行う必要があると判断する。
- ・第1回～第9回地下水モニタリングの作業内容について
 - ・第1回～第9回地下水モニタリングについて、各回、各街区において実施された観測井戸の設置及び再設置、パージ、採水、分析の各作業方法及び試料の現場保管、運搬、分析室内での保管の状況はいずれも問題がなかったと考えられるため、分析結果は有効であると判断する。
- ・第9回地下水モニタリングで地下水基準を超過する観測井戸が急増した原因について
 - ・第1回（平成26年11月）から第7回（平成28年5月）まで全ての地点で地下水基準に適合し、第8回（平成28年8～9月）に3箇所でベンゼン又はヒ素が地下水基準をわずかに超過、第9回（平成28年11～12月）に地下水のベンゼン、シアン、ヒ素の急激な濃度上昇が多く、多くの地点で確認されたことについて、5街区で平成28年8月から、6街区と7街区で平成28年9月からそれぞれ地下水管理システムによる揚水が稼動を開始し、帯水層下部を中心に地下水流動が生じたことが影響した可能性がある。
 - ・土壌中に局所的に残存していた汚染物質の帯水層中での移動については、局所的に土壌溶出量基準をわずかに超過する軽微な土壌汚染が残存していた可能性のほか、土壌溶出量基準に適合する状態で土壌からの汚染物質の溶出特性に変化が生じ、透水性の低い部分からの移動等により新たに地下水汚染が生じた可能性も考えられる。
 - ・観測井戸の地下水中のベンゼン、シアン及びヒ素濃度の上昇について、A.P.+2m以深にあり、かつ、土壌汚染対策によって掘削されていない土壌の間隙水中に局所的に残存していたこれらの物質が原因である可能性がある。
 - ・一部の観測井戸において、採水した地下水試料に懸濁物質が多く含まれていたとき等、地下水試料を再採水して分析した結果が地下水モニタリング結果として報告されていたことが確認された。再採水も同じ方法で行われており、作業の方法に問題はなかったと判断する。

2. 報告・説明（2）

（1）地下水管理システムの稼働状況について

- ① 地下水管理システムの稼働状況が、市場より報告された。
- ・地下水管理システムは、下水道への放流前の分析装置等の点検や部分的なメンテナンス、設備の点検が行われたとき等に排水量が0となっている。
 - ・地下水管理システムの稼働により、地下水位は少しずつ着実に低下しているところを確認できる。
 - ・揚水した地下水について、下水道への放流前に pH 調整のみを行っている。処理を行っていないベンゼン、シアン、ヒ素、鉛、水銀、カドミウム、六価クロムについては、ベンゼンとヒ素が下水排除基準よりも非常に低い濃度で検出、他の物質は不検出という状況である。

（2）第9回地下水モニタリングにおける分析結果（暫定値）の取扱いについて

1) 専門家会議による再調査の結果について

- ① 一般的な地下水サンプリング方法と再調査における地下水サンプリング方法が、事務局より説明された。
- ・一般的な地下水サンプリング方法
 - ・パージ作業により井戸内滞水量の3～5倍程度の水を揚水して新鮮な地下水を井戸内に入れ、下がった水位がもとに戻り、少し静置し発生した濁り等が落ち着くのを待つ。
 - ・その上で、採水器（通常はベラー）、地上ポンプ又は水中ポンプで帯水層の中間深度から採水し、それぞれの物質に適した容器（ベンゼンは通常はガラス容器、シアンやヒ素等はポリエチレン容器）に入れて、保冷箱に入れたり保冷材で冷却したりしたまま分析室まで運搬する。
 - ・第1回～第9回の地下水モニタリングでは、基本的にこの一般的な方法で行われていると理解してよい。
 - ・再調査で実施した地下水サンプリング方法
 - ・再調査では、より精度の高い方法ということで、海外等でベンゼンのような揮発性物質に最も適している、濁り等の発生も出来るだけ抑えると言われている方法を用いた。
 - ・パージ作業では、手測り式の水位計にて観測井戸内の地下水位と孔底の深さを測定し、低流量ポンプ（ブラダーポンプ）を用いて井戸内滞水量の3倍の水を0.5L/分の割合でゆっくりと揚水した。その後、下がった水位が回復するのを待ち、回復後にそのままの状態でも1時間以上静置した（静置後にまだ観測井戸内の地下水が懸濁しているときはさらに1時間以上静置）。
 - ・その上で、低流量ポンプ（ブラダーポンプ）で帯水層の中間深度から0.5L/分の割合でゆっくりと揚水して1つの容器に採水し、それを3つ又は4つの試料容器に

分取し、各測定機関に運搬し、分析した。

- ・一般的な地下水サンプリング方法との違いは、パージのときにゆっくりと水を引いて濁りをできるだけ発生させないところ、採水時にもゆっくりと濁りを発生させないところ、及びブラダーポンプの使用により揮発をできるだけ防いでいるところである。

② 専門家会議による再調査の結果が、事務局より報告された。

- ・再調査は観測井戸 29 箇所を対象に実施し、ブラダーポンプとベラーのいずれを用いても採水不可能だった 2 箇所 (G8-1、L28-9) を除く 27 箇所 (ブラダーポンプが入らず 2 回目にベラーで採水した 5 箇所 (B9-2、C26-7、K28-6、L25-1、O42-7) を含む) について採水及び分析を実施した。
- ・クロスチェックは、環境管理センター、東京都環境科学研究所、ユーロフィン日本環境 (第 4 回～第 8 回分析担当)、湘南分析センター (第 9 回分析担当) の 4 機関で実施した。
- ・クロスチェックの結果を見ると、各分析機関で非常に近い分析値が出ており、CV 値が概ね 15%以内に入っているところが多いことから、分析機関による差はそれほど大きくはないと思われる。
- ・1 回目と 2 回目で分析結果にそれ程大きな差はなく、再調査による分析値は第 9 回の分析値に比べ濃度が上がっているもの、下がっているもの両方があることから、暫定値としていた第 9 回の分析値について「暫定」を外して問題はないだろうという専門家会議としての結論に至った。
- ・3 箇所の観測井戸について、パージ実施前、パージ終了の 1 時間後、1 日後、2 日後に採水し分析した結果を比較した。パージしたことで濃度が大きく変わることもあることが確認されたことから、パージの途中で採水することは不適であるが、パージ終了後の採水までの時間の違いによりそれ程大きな影響が生じているわけではないと判断される。
- ・同じ濃度の地下水試料を 3 つの分析機関が現場から持ち帰って分析したときの違い (室間誤差) は、変動係数 16%位の範囲に入っていた。
- ・地下水試料を分析室に持ち込んでから分析を行うまでの保管期間の違いによる影響について、持ち込み当日に分析したもの、1 日冷蔵保存してから分析したもの、2 日冷蔵保存してから分析したもの、3 日冷蔵保存してから分析したものの濃度を比較した結果、ほぼ変化していなかった。このことから、分析室での地下水試料搬入後の冷蔵保存日数による測定結果への影響は無視できると考えられる。
- ・これらの検証試験の結果から、パージ作業後の当日採水と翌日採水の違い、及び採水した地下水試料を分析室に持ち込んでから分析に供するまでの試料の冷蔵保存期間の違いが分析結果に大きな違いを生じさせる可能性はないと考えられる。
- ・ベンゼン濃度の分析機関の間での室間誤差及び再調査におけるクロスチェックの結果から、試料の運搬から分析までの分析機関の違いによる分析結果への影響は最大でも 15%程度に収まっていると考えられる。

- ・2月21日から24日にかけての5街区～7街区の201箇所の地下水モニタリング観測井の地下水位の測定結果及び2月23日9:00の地下水管理システムの地下水観測井戸の地下水位測定値をもとに作成した地下水位等値線図より、5街区、6街区、7街区ともに格子状砕石が集中している建物の下辺りで全体的に地下水位が低下している状況が認められる。
- ・5街区の南東側と北西側、6街区と7街区の西側の方で地下水位が高くなっており、これらの辺りが比較的地下水が動く範囲、水圧が多くかかっている範囲であると思われる。

3. 討議（報告・説明（2）について）

（1）第9回地下水モニタリングにおける分析結果（暫定値）の取り扱いについて

1) 専門家会議による再調査の結果について

- ① 再調査で地下水を採水・分析した観測井戸27箇所の内、第9回地下水モニタリングにおける分析値と比べて濃度が上昇した地点、低下した地点、変動のなかった地点いずれもある割合で存在していることから、全体的に濃度が上昇又は低下したということではないと考えられる。
- ② クロスチェックを行った4つの分析機関の分析結果について、変動係数が平均すると10～15%位であることから、よく一致していると判断される。
- ③ 再調査で行ったブラダーポンプによる採水と以前のベラーによる採水で分析値に大きな違いはないと考えられる。
- ④ 現在は地下水管理システムの稼働により地下水位の変化が続いている状態であり、地下水の乱れによりまだ濃度が変動していること、目標管理地下水位であるA.P.+1.8m付近まで地下水位が下がって一定の状態になると地下水中の濃度もある程度落ち着いてくると予想されることから、もう少し経過を見ていくことが重要であると考えられる。
- ⑤ 地下水位は、地下水管理システムの稼働により着実に低下している状況であるが、揚水量が少なくなっていることについては点検やメンテナンスを行い揚水量の回復を図っていく。
- ⑥ 地下水位の変化図には、次回以降、目標管理地下水位A.P.+1.8mの線を追加する。
- ⑦ 再調査の対象とした29箇所の観測井戸について、専門家会議が選定して、今後もモニタリングを継続していく。採水方法については、ブラダーポンプでの採水には時間がかかること及び再調査においてブラダーポンプとベラーとで分析値にあまり違いがなかったことを勘案し、ベラーで行うこととする。
- ⑧ 地下水モニタリングの対象としてきた201箇所の観測井戸（上記⑦の29箇所を含む）についての今後の対応については、協議会マターでもあることから、協議会と専門家会議で連携をとって決めていく。

4. 報告・説明（3）

（1）第1回～第9回の調査実施状況について

- ① 地下水モニタリング（第1回～第9回）実施機関へのヒアリングの実施状況が、市場より説明された。
- ・ 専門家会議が提示したヒアリング項目を市場よりページ、採水、分析作業の実施機関各社へ2月3日に送付して回答を依頼し、2月6日より順次回答を得た。
 - ・ その回答を受けて、2月20日以降、3月16日まで各社へのヒアリングを行った。ヒアリングは、市場、専門家会議（事務局）により行い、環境局が同席した。
- ② 地下水モニタリング（第1回～第9回）の実施機関にヒアリングした内容について、事務局より要点が説明された。
- ・ 観測井戸は、いずれも無水掘りした掘削孔に井戸管を入れて設置され、その後、井戸洗浄が行われている。細かなところで方法や判断基準に違いはあるが、作業自体は一般的であり、問題がないものであることを確認した。
 - ・ パージ作業はいずれも小型水中ポンプによる揚水が基本であり、第9回においてのみ、ポンプがなかなか入らなかった一部の観測井戸でベラーにより行ったとのことであった。
 - ・ 各回、各街区でそれぞれのやり方でパージが行われているが、特段それでパージ方法として問題になるものはなかったと思われる。
 - ・ パージ水量はいずれも井戸内滞水量の3～5倍の中で行われており、揚水速度は一般に小型水中ポンプを使って行われる、2L/分から多くても10L/分程度であった。
 - ・ パージには、最初の頃はそれ程長くかかっておらず、途中で建物以外の液状化対策の工事等が行われることによって、後半になると長くかかっている状況が確認されていた。
 - ・ パージ後の孔内水位の回復について、第1回～第3回はパージと採水を別機関で実施していたため、採水作業実施機関により翌日朝に水位が回復していることが確認されていた。第4回～第8回は、同じ機関でパージと採水を実施しているが、翌日採水を基本としていたために水位が回復していることを確認するのが基本とされており、工事の都合で当日採水を行わざるを得なかった一部の箇所については水位が回復していることを確認した上で当日中に採水が行われていた。第9回は、水没していた観測井戸以外について、水位が回復したことを確認し、次の井戸を回って作業をしてから戻ってくるまで一定時間静置されていたとのことである。
 - ・ 水没した観測井戸については、継手を使って管をつなげ、管頭を立ち上げてから採水器で採水されていた。観測井戸の管頭からキャップを外し継手と管をつなげるまでの間に周囲に溜っていた水（工事中に溜った雨水や地下ピットの溜り水）が一度井戸内侵入したところもあるが、管をつなげた後に観測井戸内滞水量以上のパージ作業を行うことで新鮮な地下水が井戸内に入ってきていることが確認されている。
 - ・ 継手を使って管をつなげた観測井戸からの採水について、第1回～第8回は遮水性が確保されているとして翌日に採水されており、第9回は継手部分からの水の侵入を懸念してできるだけ迅速に採水するようにされていた。
 - ・ 第9回において、ベラー、ポンプが入らないほど変形した観測井戸 P38-6 におい

て、所定水量のパージの実施が難しいことから、東京都（市場）の指示により、パージ水が分析試料とされていた（専門家会議の評価により、こ分析結果が無効であると判断された試料）。

- ・採水は、いずれの回、街区も基本的にベレーで行われており、井戸の管が曲がったり、継ぎ目が少しずれていたりしたときに短めあるいは細めのベレーを用いるなど工夫されていた。第9回のP38-6については、地上式のロータリーバキュームポンプで吸引し揚水されていた。
- ・採水容器及び採水量はそれぞれ分析機関から指定されたとおりとされており、シアン、ヒ素、水銀等についてはポリ容器、ベンゼンについてはガラス容器に採水されていた。
- ・採水は、いずれもガイドラインに示されている方法に従い、スクリーンの中間深度で行われていた。
- ・採水に使用した器具は、いずれも1回使用する度に洗浄するか、使い捨て方式のものを使用するか、いずれかの対応がとられていた。
- ・採水した地下水試料の現場前処理は基本的には必要ないが、7街区の第4回～第8回については、採水した試料に懸濁物、濁りが多い場合に、静置した後、沈殿物を除去することが行われていた。これは、ガイドライン等で分析の方法に示されている操作である。
- ・地下水試料のろ過、固定を行う場合はいずれも分析室にて行われていた。
- ・パージ後の地下水位の回復状況については、水位を測定したりして確認されており、その上で採水が行われていた。
- ・ヒアリングの過程で、幾つかの地点で再採水が行われていたことが確認された。これについては、昨日の夕方までに情報が来ている状況でまだまとまっていないことから、速報として口頭で報告された（内容は③参照）。
- ・地下水試料採水後の試料は、いずれもクーラーボックス又は現場事務所内の冷蔵庫で冷蔵保管されており、問題のない方法で現場保管が行われていたことが確認された。
- ・現場での地下水試料の保管時間は、試料の回収の都合から翌日までとなったものや、土日が間に挟まったために3日ぐらいとなっているものもあったとのことである。これは、作業の都合を考えるとやむを得ない範囲であると思われる。
- ・試料の運搬は基本的に社有車で、一部がクール宅急便で行われており、いずれも冷蔵状態で運搬されていた。
- ・分析室に運搬された地下水試料は冷蔵保管されており、シアン、ヒ素、水銀等についてはろ過を行った上で冷蔵保管されていた。ベンゼン分析用の地下水試料の保管期間については、当日分析が基本であるが、休日に運搬された場合に翌日までとなっているものもあり、第1回～第3回においては1～2日後に分析されたものもあった。
- ・分析方法について、分析方法の違いも一部見られたが、いずれも環境省告示で定め

られている方法で行われていた。

- ・シアン、ヒ素、水銀のろ過分析については、第1回～第3回は全街区ともガイドラインに示されているとおりの濁りのあった一部の試料についてろ過分析が行われており、第4回～第9回は全試料についてろ過分析が行われていた。第4回～第9回については、目に見えないような濁りがある場合のことも考慮し行われているということで、環境省のガイドラインに示されているとおりに行われていると考えられる。
 - ・ろ過の方法や分析における分析の方法等についても問題がないことを確認した。
 - ・地下水試料採取から分析までの時間について、第1回～第3回は試料受け取り後、ベンゼンは当日が基本で1～2日後であったものもある、シアン、ヒ素は当日又は翌日が基本で最大で7日後であったとのことである。第4回～第8回については、5街区では24時間以内が基本で翌日分析もあり、休日が間に入ることもあったとのこと、6街区では試料採取後1～6日以内（休日を含む）ということで、基本は当日分析、3日程度かかっているものもあったとのこと、7街区では基本は試料受け入れ当日、最大で概ね10営業日かかっているもの（濁りがあった等で確認、検証のための分析も行ったために時間がかかったもの）もあったとのことである。第9回はベンゼン、pH、電気伝導率が4～12時間後、それ以外の項目が翌日以降とのことであった。
 - ・各回の各観測井戸について測定された地下水位、採水した地下水試料の濁りの状況、色、臭いについては参考資料4としてそれぞれ一覧表にまとめたとおりである。
 - ・採水した地下水の臭いについて、第1回～第3回はコンクリート臭（作業員の感じ方により表現が異なっているが実施機関として確認した結果からまとめてこのようにとってもらった方がよいとのこと）で、第4回～第8回になると少し油臭があったり、あるいは臭いが減少していたりする等、少しずつ変化し、第9回には多くの箇所でも腐敗臭や油臭が確認されるなど、第8回までとは少し違った状況になっていたということが予想される。最初の頃から見て途中で臭いが減り、第9回で臭いが出てきたということは地下水管理システムが稼動したことで少し状況が変わったということを表しているのではないかと考えている。
- ③ 地下水モニタリング（第1回～第9回）において、市場から指示した内容が、市場より説明された。
- ・第1回～第3回については、2年間モニタリングを開始するというので市場による説明会が行われており、その際にページの翌日に採水を行なうということで説明が行われた。そのときに説明を受けた各JVが第4回～第8回の作業をそのまま行っているため、ページの翌日に採水を行なうことがそのまま基本になっていた。ただし、現場の状況でページの当日又は翌々日に採水を行なうということについては、現場の状況を優先するというので説明がなされていた。
 - ・第9回については、このときには実施されている工事が無いという現場の状況であり、市場の方でページと採水の同日実施を想定しているということが、入札時の入札参加者からの質問に対して市場から回答されていた。

- ・各回の実績では、第1回～第8回はパージ作業の当日又は翌日に採水作業を実施するということが基本となっており、第9回は99%がパージ作業の当日に採水作業も実施されている。
- ④ 地下水モニタリング（第1回～第9回）実施時の各街区の観測井戸の状況写真（各街区1箇所ずつについて）をもとに、採水作業実施時の現場の状況の変化が、市場より紹介された。
- ・観測井戸が現場の建物配置等を優先させて配置されていない関係で、工事が進捗する中で観測井戸自体が工事の邪魔になる、井戸が露出したり寄せられたりして観測井戸が曲がった場合には採水できなくなるという状況となったために、観測井戸の再設置が行なわれていた。
 - ・各街区の施工段取り図を見てわかるように、杭工事が行われている中で地下水モニタリングが行われたり、液状化対策工事が行われている中で地下水モニタリングが行われたりしているときもあった。
 - ・このような観測井戸や施工段取りの状況において地下水の採水作業が行われていたため、観測井戸自体がその影響を受ける又は地下水がその影響をうけるといったことが起きていたのではないかと考えられる。
 - ・工事が進捗する中で、第3回から第4回又は第5回から第6回の辺りで観測井戸再設置が多くなっている状況である。
 - ・第9回において7街区で観測井戸の再設置が20本となっているが、少しずつ観測井戸が変形していたところや外構工事を行っていく中で最終的に影響が出てきたところもあり、結果的に第9回の前に観測井戸をまとめて入れ替えたということであった。
- ⑤ 環境省のガイドライン Appendix-7（参考資料6）、第1回～第3回の採水作業実施機関が作成した地下水採水手順書（参考資料7。パージ作業と採水作業の方法について記載あり）、市場によるモニタリング計画書（参考資料8。パージ作業と採水作業の方法について記載あり）、第1回～第9回の仕様書（参考資料9）を参考資料として配付資料に付けていることが、事務局より説明された。

5. 討議（報告・説明（3）について）

（1）第1回～第9回の調査実施状況について

- ① 各パージ作業実施機関ともに、井戸内滞水量の3～5倍のパージを行うということが守られていたことは安心できた部分である。
- ② 第1回～第3回はパージ作業と採水作業が別の機関により行なわれていたということや、当時は工事が同時に錯綜していて作業の場所をあまり細かく動かすということが難しく、次の日の朝に作業を行う場所の調整が工事のとの兼ね合いで大変だったということがあり、自由に調査ができる地点と調査を工事と同時に進行する地点との差はあったと思われる。
- ③ パージ作業の翌日に採水を行った地点におけるベンゼンの揮発の懸念、及び採水してから分析するまでの時間が長くなることの影響について、専門家会議で行なった実験では

ページの1時間後、25時間後、49時間後に採水のいずれであってもデータとしては大丈夫であるという結果及び分析室への試料の持ち込み後の冷蔵保存期間に違いがあってもデータとしては大丈夫であるという結果であった。結果的には、採水をページの当日に行ったか翌日に行ったか、分析室への試料の持ち込み後にいつ分析を行ったかによって結果への影響はほとんどなかったと思われる。

- ④ 再調査におけるブラダーポンプによる採水と第9回のベーカーによる採水でろ過分析による結果にあまり差がないこと、及び第9回の実施機関から第9回において自主的に行ったろ過なしの分析結果とろ過ありの分析結果（報告値）の間で濃度に差がなかったという情報が得られたことから、第9回において地下水基準を超過して地下水から検出されたシアン及びヒ素は、懸濁態としてではなく溶存態として地下水中に存在していたものと理解される。
- ⑤ 再採水が行われたものについて、最初に採水したときの分析値は報告値ではないので分析値が残っていない街区もあるようであるが、6街区について実施機関より最初に採水したときの分析値（正式な報告値ではない）が情報として得られた。その値を見てみると、最初に採水したときの分析値（正式な報告値ではない）よりも再採水したときの分析値（報告値）が下がり、地下水基準超過から地下水基準適合に評価が代わった地点もあったことから、その頃は懸濁物質の影響があったものもあるかもしれない、第9回の採水時とそれ以前の回の採水時とでは少し汚染物質の存在状況が違っていたのかもしれない。
- ⑥ 第1回～第8回は工事を実施している中で採水が行われていたが、第9回は工事が実施されているという制約がない状態であったことから、スケジュール的なものも含めて、ページを実施した当日に採水することが基本とされていた。第9回の実施スケジュールに関しては、地下水モニタリングを終えてから地下ピットの溜り水の排水を開始するという事情を考慮して東京都（市場）が考えたとのことであった。

6. 報告・説明（4）

（1）豊洲市場で実施された調査・対策について

1) 実施された土壌汚染調査・対策の内容について

- ① これまで豊洲市場用地で実施された土壌汚染調査内容を再確認するため、簡単なフローを使ってその概要が事務局より説明された。
 - ・まず、10m×10mの区画で4,122地点について詳細調査が行われている。この調査では、最初に62地点で不透水層である有楽町層（Yc層）の分布深度の確認が行われており、これらについてはボーリングによる土質柱状図がある。ここで把握されたYc層の分布（深度）を受けて、地下水及び土壌の調査が全ての10m区画、4,122地点で行われている。
 - ・この4,122地点の詳細調査では、旧地盤面（A.P.+4m）よりも0.5m下の土壌及び帯水層全体の地下水の調査が行われている。
 - ・詳細調査の結果、土壌溶出量と土壌含有量が汚染土壌処理基準に適合していた（旧

地盤面-0.5m で汚染がなかった) 場合は、地下水濃度を地下水環境基準と比較し、地下水環境基準に適合していた 2,647 地点については土壌も地下水も汚染されていないということで対策不要と判断されている。

- ・ 詳細調査の結果、土壌溶出量と土壌含有量が汚染土壌処理基準に適合していた (旧地盤面-0.5m で汚染がなかった) が、地下水で地下水環境基準の 10 倍を超えて超過していた地点、及び土壌溶出量又は土壌含有量が汚染土壌処理基準を超過した地点、計 441 地点については、絞込調査が行われている。
- ・ 詳細調査の結果、土壌溶出量と土壌含有量が汚染土壌処理基準に適合していた (旧地盤面-0.5m で汚染がなかった) が、地下水で地下水環境基準を 10 倍以下の範囲で超過していた 1,034 地点については、条例 117 条調査が行われている。
- ・ 絞込調査、条例 117 条調査いずれも旧地盤面+0.5m (盛土) 及び旧地盤面-1m 以下 1m ごとに Yc 層に到達するまでの土壌の調査が行われている。ここで、Yc 層まで土壌汚染が続いている又は 2 深度で連続して汚染土壌処理基準適合が確認されていないときは、底面管理調査により Yc 層の中まで深度 1m ごとの土壌の調査が行われている。これらの調査では、連続する 2 深度で基準適合を確認し、汚染の深さが確定されている。また、地下水だけ基準を超過していたときは、絞込調査で土壌汚染がなかった場合に底面管理調査まで進むことはない。

② これまで豊洲市場用地で実施された土壌汚染対策の内容を再確認するため、土壌浄化と地下水浄化についての概要が、事務局より説明された。

- ・ 土壌で汚染土壌処理基準を超えていた区画については土壌汚染対策が行われ、基本的に汚染土壌の深さまで掘削されている (A.P.+2.0m 以深は操業由来について)。
- ・ 土壌が汚染土壌処理基準を超過し地下水も地下水環境基準を超過していた区画、地下水だけ地下水環境基準を超過していた区画については、地下水汚染対策が行われている。
- ・ 対策不要と判定された区画以外については、土壌又は地下水の対策が行われており、土壌汚染については全て掘削されて処理又は用地外に搬出されて処分されている。地下水については、いずれも地下水基準に適合する状態まで浄化されている。

2) 地下水濃度上昇の考えられうる原因について

① 第 9 回地下水モニタリング結果による地下水濃度等値線図をもとに把握された地下水汚染分布状況 (ベンゼン、シアン、ヒ素) が、事務局より説明された

- ・ 第 9 回地下水モニタリング結果による地下水濃度等値線図と詳細調査結果 (平成 20 年当時) を比較すると、対策実施後であるために濃度のレベルは桁がかなり違う (低下している) が、ベンゼン、シアン、ヒ素の濃度の高い場所は同じようなところに分布していることが確認できる。これらの場所は、対策前の状態で元々濃度が高かったところで、対策が行われたところでもある。

② 詳細調査における事前調査、詳細調査、絞込調査、条例 117 条調査等、土質を確認した柱状図があるもの全てについて、コアを見た状況で油臭・油膜が確認されたという記載があるものを抽出し、ベンゼン、シアンの土壌溶出量及び地下水濃度の分布と油臭・油

膜確認範囲の関係を平面的に整理した結果及び深度的に整理した結果が、事務局より報告された。

- ・平面図において A.P.+2m 以深で油臭・油膜が確認され、残置部分ありとなっているところは、油臭がした土壌が残置されていて全ては取り除かれてはいないということになる。
 - ・ベンゼンは、水より軽いため通常は地下水の上の方に浮いてきて深部に汚染は行きづらいが、豊洲市場用地の場合は前回専門家会議のときよりタールの存在が懸念されており、タールにベンゼンが含まれていた場合には深いところにベンゼンが存在している可能性が考えられる。タールが存在していれば油臭がすると考えられることから、油臭という表記で拾えているだろうと考えられる。
 - ・土質柱状図で油臭・油膜という記載が確認された深度とベンゼン、シアン濃度の深度方向の土壌溶出量の分布及び地下水濃度の関係を油臭・油膜が確認された全ての地点について比較したのが参考資料 5 であり、全体的に見ると、油臭・油膜があるところでベンゼンが土壌溶出量基準を超える（両者の間に整合性がある）ケースと、油臭・油膜がないところでベンゼンが検出されていたり油臭・油膜があってもベンゼンが検出されていない（両者の間に整合性が認められない）ケースの両方が認められる。
 - ・以上のことから、油臭・油膜として深部で少し確認された油分がタールであったとしても、そこで必ずしもベンゼンが土壌溶出量を超過しているとは判断できないということ、すなわち油臭・油膜のある土壌が残っているからといってそのことから土壌汚染の取り残しの可能性までは判断できないということが確認された。
- ③ 帯水層の底面（有楽町層（Yc 層）の上面）について、調査のときのボーリング柱状図で合っていないところがあると以前より傍聴者より指摘を受けていた部分について、汚染原因を追究するに当たりそのデータを検証するために現段階までに整理された結果が、事務局より報告された。このデータは土壌汚染状況調査結果を取りまとめた応用地質（株）で作成された資料であり、その代わりに事務局から報告されたものであって、専門家会議がこれを受けて説明する内容である。
- ・平成 19 年～21 年当時、①追加調査（平成 19 年、66 箇所）、②詳細調査（先行ボーリング）（平成 20 年、62 箇所）、③絞込調査（平成 20 年、441 箇所）、④土壌ボーリング調査（条例 117 条調査の先行実施分）（平成 20 年、200 箇所）、⑤条例 117 条調査（④以外の残り分）（平成 21 年、962 箇所）の各ステップでボーリング調査が実施されており、Yc 層の確認が行われている。Yc 層より浅いところまでを対象に土壌分析を行い、Yc 層まで土壌汚染が続いている（達している）ところについてのみ、それより深部で 2m 続けて土壌汚染がないことを底面管理調査で確認しているという状況である。
 - ・それらの調査の中で、同一単位区画（10m 区画）内でボーリング調査が複数実施されている場合があり、一部の地点では同一単位区画内であっても Yc 層上面深度に差異があることが確認されているということであり、その際の状況を確認して判断の

妥当性を応用地質（株）に確認してもらった。

- ・時間の制約もあり、第9回地下水モニタリングで地下水環境基準の79倍のベンゼン濃度が検出された5街区のK37-6を通る断面（訂正：K37-4付近のK37-2を通る断面）と、6街区についてベンゼン、シアンの地下水環境基準超過井戸が今回多く確認された辺りについて、土質柱状図を横に並べ、整理してもらった。
- ・対象地は含水の多い泥状のしゅん濩土をポンプで送って埋め立てられた場所とされており、もともとの海底面としゅん濩土の境界については、当初からある旧海底面の自然な傾斜あるいは凹凸に加え、軟弱な海底面が排出されるしゅん濩土を入れたことにより複雑に凹凸ができていることがあるというところが説明されている。
- ・同一単位区画内において条例117条調査と絞込調査でそれぞれボーリング調査が行われ、Yc層上面標高の差が1m以上あるところは27区画あり、対策工事の対象外の場所及び道路部2箇所を除くと25箇所であった。ただし、いずれも土壌溶出量について上から2深度連続して基準に適合することの確認は行われており（自然由来のものを除く）、この基準に適合したという範囲まで対策（掘削除去）も行われていることから、それより下位に土壌汚染が存在する可能性は低いといえると判断されている。
- ・条例117条調査と絞込調査で確認されたYc層の上面標高の差が1m以上あるものについて、Yc層上面標高が浅い方で判断されたときのボーリング調査でベンゼンを分析しているとなると、それら二つのYc層上面とされた標高の間の深さがベンゼンを分析していないところである、そういう考え方もあるということで整理されている。
- ・見解として、しかしながらYc層上面の標高差は極端に大きなものではなく、埋立工事の攪乱で生じた凹凸も考慮すると各調査地点のYc層上面深度（標高）がそれぞれ実態を表していて、Yc層上面が傾斜していると考えられる、すなわち不透水層までベンゼンの分析を行うという調査方法に照らしても問題がないものと考えたというのが応用地質（株）からの見解である。
- ・6-2-4 ページ以降の柱状図は同一単位区画についての各調査における土質柱状図とYc層上面標高、ベンゼン、シアンの調査結果（土壌溶出量の検出状況）、土壌汚染対策深度が整理されたものである。6-2-9 ページ以降の表では、オレンジで塗った行はYc層上面と判断された標高の差が1m以上あるものであり、その内の赤枠で囲んだところはベンゼンの調査が抜けている深度範囲があることを示している。これが、ベンゼンの調査が抜けている深度がある、ひょっとすると土壌汚染があるかもしれない、又は確認ができていないところということになる。
- ・6-2-9 ページ以降の表で、青で塗った行はYc層上面と判断された標高の差が40cm～1mである単位区画である。
- ・同一単位区画内でYc層上面と判断された標高の差が40cm以上であった箇所（80箇所）の分布と第9回地下水モニタリングで地下水環境基準を超過した観測井戸の分布に整合性はなく、Yc層上面と判断された標高の差の部分に土壌汚染が残ってい

る影響で第9回地下水モニタリングにおいて地下水のベンゼン、シアン濃度が急上昇したという可能性はないのではないかと確認している。

- ・ Yc 層上面と判断された標高が不整合であった地点について、敷地全体で見たときにこの本数で第9回地下水モニタリングにおいて確認されたような地下水中のベンゼン、シアン濃度の急上昇が起こりうるのかどうかというところについて、同一単位区画内で Yc 層上面と判断された標高の差が 40cm 以上であった箇所の状況も見て判断して行きたいと考えている。

④ 豊洲市場用地で実施された土壌・地下水汚染対策の対象範囲について整理した図面として資料6-3が示され、土壌・地下水汚染対策の実施状況が、事務局より説明された。

- ・ 6-3-1 ページの図面で赤く塗られた単位区画は土壌汚染対策が行われた場所であり、地下水汚染対策が行われたところも行われていないところも含めて、汚染土壌の存在が判明したものは全て掘削されている。一方、青く塗られた単位区画は土壌には汚染が確認されなかったため掘削されていないが、地下水汚染の対策（地下水の揚水、清浄水を帯水層内に戻しての揚水）により地下水が浄化されたところである。すなわち、赤く又は青く塗られた単位区画については、確認された土壌汚染は全て除去されており、地下水汚染も浄化されている場所になる。
- ・ 6-3-2 ページの図面は逆に地下水汚染対策を中心に見た図であり、赤く塗られた単位区画は地下水汚染対策が行われた場所であり、土壌汚染対策が行われた場所と行われていない場所の両方を含めて地下水汚染が全部なくされている。一方、青く塗られた単位区画は地下水汚染対策が行われていないところで、土壌汚染対策のみが行われたところである。
- ・ これらの土壌・地下水汚染対策実施済範囲と第9回地下水モニタリングで地下水環境基準不適合となっている観測井戸の位置を比べると、両者の平面的な位置がかなり一致している。

7. 討議（報告・説明（4）について）

（1）実施された土壌汚染調査・対策の内容について

- ① 同一単位区画内で複数のボーリング調査が行われ Yc 層上面と判断された標高が若干ずれている箇所について、ベンゼンを対象とした調査のときに判断された Yc 層の方が浅い場合には、Yc 層上面と判断された両者の間の深度区間ではベンゼンが調査されていないため、この深度区間において万が一ベンゼンが土壌溶出量基準を超過しているということであれば、それが土壌汚染対策深度（土壌掘削深度）以深の範囲である場合に、土壌汚染対策深度以深にベンゼン汚染土壌が残置されているということになる。
- ② Yc 層上面と判断された標高の差が 1m 以上の単位区画で、①の条件に該当しベンゼン汚染土壌が残置されている可能性が考えられうる単位区画は 11 箇所ある。
- ③ ベンゼンは比重が水よりも小さく、原液であれば水に浮くが、もしもタールに溶けて存在しているとすると、タールの比重は 1.1~1.2 位であるため、帯水層の底面付近までベンゼンが落ちている可能性がある、すなわち、ひよっとするとベンゼンについての土壌

の調査が足りないのではないかということになる。

- ④ ただし、Yc層上面と判断された2つの標高の間にある地層の土質まで整理されたものがあり、その間にある地層が粘性土であったとすると、その層に汚染物質が浸透している可能性はそれほどないと思われる。
- ⑤ 上記②で抽出された11区画の内、ベンゼンを対象に行われた条例117条調査で判断されたYc層上面標高の方が1m以上浅かった4区画(5街区:J30-2、M35-3、6街区:B6-3、7街区:M4-8)の状況を見ると(6-2-13ページ)、いずれもベンゼンを対象とした調査が行われていない深度区間の上の4~5mではベンゼンによる土壤汚染は確認されておらず、Yc層上面標高の判断にずれが生じた深度区間でベンゼンが土壤溶出量基準を超過している可能性はあまりないだろうと思われる。
- ⑥ 4,122区画中11区画という非常に少ない点数でのベンゼン汚染土壤の存在の可能性であることから、土壤汚染に関してはほとんどのところで除去されていると推定される。
- ⑦ 今回はYc層と判断された標高の差が1m以上の単位区画について検討・評価したが、40cm以上1m未満の単位区画についてももう少し精査したいと考えている。
- ⑧ 地下水については、土壤汚染対策の実施前は非常に高濃度の地下水汚染があり、最高で地下水環境基準の1万倍のベンゼンが検出されていたが、第9回地下水モニタリング(平成28年11~12月)においてベンゼンが地下水環境基準を超過した場所は土壤汚染対策実施前にそれら高濃度の地下水汚染が確認されていた場所と分布がよく一致している。当時とは濃度レベルは大きく異なっているものの、ほとんど同じ場所で地下水汚染が検出されていることがわかる。
- ⑨ 地下水汚染について平成28年の段階で1回浄化されていることが確認されていることから、ベンゼンによる汚染土壤があるのではなく、おそらくは地下水又は間隙水に含まれてベンゼンが残っていて、それが地下水管理システムの稼動にともない少し移動したのではないかと推察される。地下水汚染について1回浄化できていることから、今後まだ方法について検討する必要はあるものの、しっかりと地下水を管理していけば地下水中のベンゼン濃度が低下する可能性は十分にあるのではないかとと思われる。
- ⑩ 第9回地下水モニタリングにおけるベンゼン、シアン、ヒ素の地下水汚染濃度の上昇の原因について、資料3で羅列して述べたように、次の3つの可能性があると思われる。
 - ・ A.P.+2.0m以深の帯水層に部分的に存在する透水性の低い土壤(粘土・シルト)の間隙水にベンゼン、シアン、ヒ素が含まれて残存しており、地下水管理システムの稼動によって透水性の低い土壤の汚染物質を含む間隙水が透水性のよい部分(砂層)に移動してくることによって地下水基準を超過する状態になった可能性
 - ・ 地下水管理システムの稼動により帯水層中に残留していた油分の移動が生じ、油分の移動先の土壤中にわずかに残存していたベンゼン、シアン、ヒ素の溶出が増加し、地下水基準を超過する状態が生じたという可能性
 - ・ 土壤汚染調査や底面管理で把握できずに土壤汚染対策後も局所的にベンゼン、シアン、ヒ素が残存していた可能性
- ⑪ ただし、土壤汚染については土壤汚染調査及び底面管理で確認された土壤汚染範囲の土

壤を全て掘削していることから、把握可能な分は汚染がなくなっているだろうと思われる。

- ⑫ 今後の対応として、地下水中の汚染物質については地下水管理システムで対応していくことになると思われる。再調査を行った 29 地点（採水不可能だった 2 箇所については改めて井戸を新設又は既存の井戸を洗浄）での地下水質の推移を少し見守る、それと地下水管理システムを将来機能強化するかどうかということも地下水質の推移との関係を見ながら考えていくことになると思われる。

8. 報告・説明（5）

（1）専門家会議が実施した調査の結果について

1) 地下ピットの排水及び床面清掃について

- ① 地下ピットの排水及び床面清掃の状況等が、市場より説明された。

- ・ 12 月 13 日より地下ピット内の溜まり水の排水を行っており（排水量は 7-1-1 ページに示したとおり）、1 月 5 日以降、各街区の溜まり水は地下ピット底面の均しコンクリートの上面以深まで低下している状況が続いている。均しコンクリート上面より下にある地下水位の状況については後日ホームページの方に資料を掲載する。
- ・ 第 4 回専門家会議での地下水位 A.P.+2.0m に向けて排水を継続するようこの指示を受けて、現在も地下ピット内からの排水を続けているところである。また、排水とあわせて均しコンクリート上面の清掃も行った（7-1-1～7-1-2 ページの写真のとおり）。
- ・ 地下ピットの一部では、周囲の地下水位が地下ピットよりも高いことから、壁等から水がにじみ出している部分が見られる。また、地下ピットの上の地上部に積み込み場があるなど、建物の構造上の理由から地下ピット内の空気が冷やされて空気中の水分が天井や梁下等で結露し、床面に水滴が落ちている箇所も一部見られる（7-1-3 ページの写真のとおり）。
- ・ 地下ピット内の溜まり水についての pH 調整後の下水放流水の公定法分析結果（3 月 7 日まで）は、いずれも下水排除基準以下である状態が継続している。

2) 地下ピット等の水質調査及び空気測定の結果について

- ① 市場用地内における水質調査及び空気測定の結果が、事務局より説明された。

- ・ 今回（第 5 回）の専門家会議における新たな報告データはない。いずれの街区も地下ピット内の強制排水及びその後の床面の清掃作業を行なっていたため、作業安全確保を優先した関係で空気測定を休止していた。今後、空気測定を再開する予定である。
- ・ ベンゼンの地下ピット、建物 1 階及び屋外における空气中濃度の変化より、建物 1 階部分での 11 月から 12 月末にかけてのベンゼン濃度の上昇傾向については外気の影響であろうという報告を第 4 回専門家会議で行った。東京都環境局で測定されている東京都区内の一般大気測定局 3 箇所のデータを見ると東京都内全体が同様の状況になっていることから、外気のベンゼン濃度の変化に合わせた建物 1 階の空气中

ベンゼン濃度の変化であったと考えられる。

- ・地下ピット内の空気中ベンゼン濃度は、いずれも大気環境基準（0.003mg/m³以下）に適合する状態である。管理施設棟（7 街区）の地下ピット内の空気中ベンゼン濃度が外気と同じような濃度で 11 月から 12 月末にかけて上昇しているが、管理施設棟の地下ピットはライフラインや配管等が通っている配管施設部分とつながっており、配管施設部分で外気との交換による換気が行われ、外気の影響を受けているためである。
- ・地下ピット部の空気中水銀濃度は、測定開始当初より下がってきており、換気の効果が出ている状況が確認できている。1 階部分の空気中水銀濃度はいずれも問題がない状況である。
- ・地下ピット内の溜まり水の水質については、これまで表でのみ資料に付けていたものをグラフに整理した。
- ・溜まり水のベンゼン濃度は、いずれも地下水環境基準（0.01mg/L 以下）の上限値をはるかに下回る濃度で推移している。
- ・溜まり水のシアン濃度は、途中から定量下限値を下げて分析したために濃度の値は出ていたが、地下水環境基準（検出されないこと（＝定量下限値として示されている 0.1mg/L 未満））からみれば 1 桁低い値であった。
- ・溜まり水のヒ素濃度は、検出され続けているが、地下水環境基準（0.01）mg/L 以下）の上限値の 2 分の 1 前後以下の濃度で安定している。
- ・溜まり水の水銀濃度について、定量下限値を下げて分析した結果、地下水環境基準（0.0005mg/L（＝0.5 μg/L）以下）の上限値より 1 桁または 2 桁低いところで変化している。このレベルの濃度でも、地下ピット内の空気に揮発し、地下ピット内が密閉されていれば、地下ピット内の空気中水銀濃度が有害大気汚染物質に係る指針値（0.04 μg/m³以下）を超過することがある。

3) 補助 315 号線連絡通路部における換気・観測用マンホールの補修について

① 補助 315 号線連絡通路部における換気・観測用マンホールの補修の進捗状況が、市場より報告された。

- ・第 4 回専門家会議以降、継続的に換気と測定（5 日間連続換気し、その後 24 時間空気を測定（サンプリング））を繰り返して実施しているところである。
- ・換気・観測用マンホールについて、マンホール内に溜まっていた水（地下水）を排水し、水が溜まった原因を究明していた。その結果、マンホール底部のコーティング材のはがれによる漏水や、モニタリング用の採取管 2 箇所（上、下）の内の 1 箇所（下）からの漏水があるようだということが把握されたため、施工や止水テープ貼りを基本に平成 29 年度早々に補修を実施していきたいと思っているところである。

4) 補助 315 号線連絡通路部における空気測定結果

① 補助 315 号線連絡通路部における空気測定結果が、事務局より報告された。

- ・ベントナイト混合土層の上にある上部砕石層について、1 月 7 日より連続換気を継

続しているが、空气中ベンゼン濃度は、①においても $0.002\text{mg}/\text{m}^3$ 以下まで下がってきており、他の地点でも約 $0.0005\text{mg}/\text{m}^3$ 以下のところでほぼ安定してきている。換気をしていればこの位の濃度になることが確認されている。

- ・ 上部砕石層の空气中水銀濃度について、当初濃度が上がっていた②についても他の地点とほぼ同じ位、指針値 ($0.04\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下) から見て上限値の半分前後の濃度まで下がっている。また、②以外の地点を見ても、指針値 ($0.04\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下) から見て低い濃度で安定している。
- ・ 連続換気している状態においては、ベンゼン、水銀いずれも大気環境基準あるいは指針値に適合する状態で安定して管理ができるということが確認できている。

(2) 今後の計画について

- ① 今後の計画について、これまでの状況におけるリスクの評価及び今後の対応策について基礎資料としてまとめた内容が、事務局より説明された。

・ 現在の状況

- ・ 土壤汚染対策等の実施により、豊洲市場用地内 5～7 街区で把握された操業由来の土壤汚染は除去済みである。
- ・ A.P.+2m 以深について、自然由来（埋立て由来も含む）の土壤汚染（ヒ素、鉛）は残置されている。
- ・ 地下水について、土壤汚染対策等の実施により地下水環境基準に適合する状態にされた後、第 1 回～第 7 回の地下水モニタリングでは調査対象観測井戸 201 箇所全てが地下水環境基準に適合していたが、第 8 回地下水モニタリングにおいて 3 箇所でベンゼン又はヒ素が地下水環境基準をわずかに超過し、第 9 回地下水モニタリングにおいて 72 箇所でベンゼン、シアン又はヒ素の地下水環境基準超過（最高濃度はそれぞれ地下水環境基準の 79 倍、12 倍、3.8 倍）が見られている。
- ・ 市場用地内 5～7 街区の外側には遮水壁が設置されており、各街区の内側と外側で帯水層が遮断されている。
- ・ 建物 1 階部分及び地下ピット内の空气中ベンゼンが検出されたが、大気環境基準に適合する濃度で推移している。建物 1 階部分のベンゼン濃度は、屋外大気の影響により検出されていると考えられる。
- ・ 地下ピット部の空気において指針値を上回る濃度の水銀が検出されており、地下ピット内に侵入して溜まった地下水に含まれる低濃度の水銀が気化したことが原因であると推察している。
- ・ 地下ピット内の換気により地下ピット内の空気の水銀濃度が低下することが確認された。建物 1 階部分の空気の水銀濃度は指針値に適合している。
- ・ 地下水管理システムが稼動し、地下水位を A.P.+1.8m まで低下させている途中である。地下水管理システムにより揚水して pH 処理した放流水は下水排除基準に適合している。
- ・ 地下ピット部に溜まった水（地下水）を排水しており、排水して pH 処理した

放流水は下水排除基準に適合していた。

- ・ 地下ピットがある状態におけるリスク
 - ・ 地下水経路のリスクについて、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。
 - ・ 汚染土壌の直接摂取（摂食、皮膚接触）によるリスクについて、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、A.P.+2.0m 以深にのみ自然由来の汚染土壌が存在している。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 50cm の再生コンクリート碎石層となっており、建物以外の部分は厚さ 50cm 以上盛土されているので、いずれも汚染土壌の直接摂取の可能性はなく、問題は生じない。
 - ・ 土壌汚染対策法の対象となっているリスクについては、上記の二つ（地下水経路のリスクなし、直接摂取によるリスクなし）をもって対策が必要ないという判断になる。
 - ・ 室内空気経路のリスクについて、地下ピットに溜まった水（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ている。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 階部分に侵入してくる可能性はないと考えられるので、現状において問題はないと考えられる。
 - ・ 将来について、建物 1 階部分の床面等にひび割れが生じたり、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、地下ピット内の空気が建物 1 階部分の空気中に拡散してくる可能性が考えられる。この場合でも、地下ピット内の空気の水銀濃度が現在測定されているレベル以下で維持されていれば問題が生じることはないと考えられる。
 - ・ 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環境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。この場合も、地下ピット内の空気中のベンゼン、シアン濃度が大気環境基準（ベンゼン：0.003mg/m³ 以下）、吸入に関する参照濃度（シアン：0.003mg/m³）を超えないレベルで維持されれば問題が生じることはないと考えられる。
- ・ リスク管理上の対応策について
 - ・ 考えられる対応策について、対策と管理に大きく分けており、対策として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、地下ピットの空気中水銀等濃度の上昇防止策、建物 1 階部分の空気中水銀等濃度の上昇防止策の三つが考えられる（最初の二つは地下ピットの段階で対策をするもの、三つ目は建物の 1 階まで来る段階で水銀等ガスの濃度が上がらないようにするもの）。豊洲市場において候補となり得るものは、地下ピットの段階で対策をする最初の二つであろうと判断している。

- ・もう一方の管理については、地下ピット内の空気中水銀等濃度のモニタリング（管理）、地上1階部分における空気中水銀等濃度のモニタリング（管理）、ひび割れ等の補修の三つが考えられる。地下ピットの段階で管理を行っていくということで、地下ピット内の空気中水銀等濃度のモニタリングを行うのが豊洲市場においては候補になり得るものだろうと考えている。
 - ・以降の具体的な対策については、アメリカ等でこれらについてかなりガイドラインが出ていることから、それらを参考に考えられるものを整理したものである。
- ・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
 - ・一つ目は、床面への受動的なバリアの敷設によるガス侵入の遮蔽で、ガスを通さない遮蔽効果のあるもの（シート、膜等）を床面に敷設する。
 - ・二つ目は、床下での受動的な換気による水銀等ガスの地下ピット内への侵入防止策で、床面の下に換気層を設けて排気管等を設置し、自然換気で排出するというので、床面には遮蔽効果のあるシート、膜あるいはコンクリート等を敷いた上でその下から換気するかたちになる。
 - ・三つ目は、床下での能動的な減圧・換気による水銀等ガスの地下ピット内への侵入防止対策で、受動的な換気の場合と同様であるが、自然換気ではなくポンプ等で強制的に減圧し換気していくという考え方になる。
 - ・四つ目は、床下の膜下での減圧・換気による水銀等ガスの侵入防止で、床面の上に薄い膜、シート等を敷いて、その膜の下から強制的に空気を排出して換気するという考え方である。床面は現在、透気性の高い層（砕石層）である。
 - ・五つ目は、床下での加圧による水銀等ガスの侵入防止策で、床面の下に換気層を設けて管等を設置し、換気層の中の空気圧を外気圧よりも高くすることで空気が入って来ないようにするという考え方である。床面は、耐圧性が高く、透気性の低い層（コンクリート層等）にする必要がある。
 - ・六つ目は、地下ピット内での加圧による空気の侵入防止で、床下で加圧をするのではなく、地下ピット内全体を加圧して空気が入ってこないようにするという考え方である。
 - ・以上のような方法が地下ピット内への水銀等ガスの侵入防止対策の方法として挙げられる。また、地下ピット内での機械換気を受動的バリアと組合せ、地下空間においても空気中の水銀等の濃度上昇が防止されるという考え方もある。
- ・建物1階部分の空気中水銀等濃度の上昇防止策
 - ・建物1階部分の空気中水銀等濃度の上昇防止策では、1階部分の機械換気を強化し、換気速度を上げて空気中の水銀等の濃度が上がらないようにする。1階には水銀等ガスが入って来る場合があるが、濃度は上がらないという考え方になる。この他に、1階に上がって来た空気中の水銀等を浄化するという考え方もある。
 - ・基本的に、地下ピットの段階で対策をする方が現実性があると思われるが、対

応策としてはこれらも考えられうるということである。

- ・リスク管理上の対応策を考える上での検討事項
 - ・リスク管理上の対応策を考える上での検討事項として、以下の事項について検討が必要である。
 - ・一つ目は、地下ピット内の防水性確保の必要性で、地下水位は A.P.+1.8m と床下で管理するが地下水位上昇に備えて地下ピット内への地下水の侵入防止は必要かどうかということである。
 - ・二つ目は、地下ピット床面の地下水位上昇に対する耐圧性の確保の必要性で、ガス侵入遮蔽材等を地下ピットの床面に敷設する場合には地下水位が上昇したときに水圧に耐えうるという耐性が必要かどうかということと、地震時に地下ピット床面に過剰地下水圧がかかる場合があるのかどうか、あるとすればそれに対する地下ピット床面の耐性確保が必要かどうかということである。
 - ・三つ目は、地下ピット床面にガス侵入遮蔽材等を敷設する場合の建物基礎、側壁と床面の間からのガスの侵入の防止方法で、基礎と敷均コンクリート等々、地震に対するそれぞれの支え方が違うことから、その間の部分からのガスの侵入をどう防止するかということである。
 - ・四つ目は、地下ピット内を通じて換気する場合の空気導入及び排気の方法と換気速度で、現在の地下ピットは密閉構造になっていることから、現在の施設の構造等も考慮して、どのように空気を導入して換気するのか、どれだけの換気速度で換気すれば問題が生じないことになるのかということについて検討事項として挙げている。

(3) 前回専門家会議の懸案事項について

1) 新護岸の構造、耐久性について

① 新護岸の構造、耐久性について、市場より説明された。

- ・海側の腐食対策として、被覆や電気防食をし、腐食対策が行われている。
- ・三層構造遮水壁は、透水係数の低いもので施工されている。
- ・旧護岸と旧東京ガス（株）豊洲工場敷地との間は、旧護岸用に厚さ 30cm の RC 矢板がもともと設置されていた。
- ・第 4 回専門家会議で指摘のあった 6 街区海側の旧護岸より海側に出ている部分（第 4 回専門家会議資料の 6-2-2 ページの航空写真で赤の破線になっていた部分）については、東京ガス（株）豊洲工場以外の敷地について第 5 回専門家会議資料の 8-2-2 ページの航空写真に赤の実線で示したとおり、旧護岸があったことが確認された。この旧護岸よりも海側（北側）に出ているところは護岸よりも先についている栈橋であり、そこに船が接岸しているところが写真で示されている。
- ・豊洲市場用地の海側にある旧護岸と新護岸の間は、水際ひろばで公園利用を予定しているところであり、「豊洲ぐるり公園」の利用に当たっても安全であることが確認できればと思っているとのことである。

2) 東日本大震災による噴砂の分析結果について

① 東日本大震災のときに豊洲市場用地で噴砂が生じたことに対して、土壌汚染対策工事の中で行われた噴砂に伴う土壌の安全性確認調査の内容が、市場より説明された。

- ・噴砂に伴う土壌の安全性確認調査では、噴砂を調べたわけではなく、噴砂をした区画の中での深さ方向の土壌汚染状態を確認している（第4回専門家会議において噴出した砂自体を調べているデータがあったとした回答を訂正）。
- ・東日本大震災が起きたすぐ後に、当時の技術会議の委員である安田先生、長谷川先生に現地を確認していただいております。噴砂状況が極めて小規模であるということで、噴砂が確認された区画について別途の取扱いを考慮すれば、再度汚染状況の調査を行う必要はないという指示を受けている。このようなアドバイス、助言をいただき、土壌汚染対策工事のときに噴砂した区画でどの程度上の方に汚染が広がっているかということを確認した結果が8-3-7ページである（30地点で調査が行われ、24地点で土壌環境基準以下であることを確認。6地点でシアン及びヒ素の土壌環境基準超過を確認したが対策により確実に汚染土壌を掘削除去することとされた）。

② 土壌汚染対策工事における土壌の移動状況が、市場より説明された。

- ・A.P.+2m～+4m部分の土壌の行き先は新海面処分場と中央防波堤外側埋立地で、いずれも当該土壌が埋立てに使用されている。それら以外に一部が場内の仮設処理プラントに搬出されており、場内の仮設プラントに行った土壌は土壌処理後に処理済み土壌としてA.P.+2m以深に埋め戻されている（第4回専門家会議において全て場外に搬出しているとした回答を訂正）。
- ・土壌汚染対策後のA.P.+2.5m～+6.5mにある盛土にはA.P.+2m～+4mにあった土壌は入っておらず、既存の盛土や他工事による発生土が入れられている。
- ・土壌汚染対策における土量の収支は8-4-1ページに示したとおりである。

3) 液状化対策におけるレベル及び想定ガル数について

① 液状化対策におけるレベル及び想定ガル数等が、市場より説明された。

- ・液状化対策は、敷地全域で不透水層より上部の、液状化すると想定される地層を対象に実施されている。
- ・建物下以外についてはレベル1の地震動で144.6gal（工学的基盤面最大加速度）、建物下については中規模の地震の200gal（地表最大加速度）と大規模の地震の350gal（地表最大加速度）で設計されている。
- ・レベル1の地震動は、中規模程度で、建物や構造物を使っている間に1度以上は発生する可能性の高い震度5程度の地震である。
- ・レベル2の地震動は、大地震で想定し得る範囲内で最大規模の地震や過去の記録から考えられる最大規模の地震で、震度6強程度、6～7の地震である。兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）や東日本大震災がレベル2に当たるということである。
- ・液状化対策の工法は、基本的にいわゆるサンドコンパクションパイルという砂杭で締め固める工法であり、材質としては砂以外にも砕石やコンクリートも使用されている。
- ・このような液状化対策を行った結果として、豊洲市場用地は、敷地全域で震度5程

度の地震が発生しても液状化が生じるおそれはないと考えられている。

- ・阪神・淡路大震災、いわゆる大地震が発生した場合には、建物下については液状化が生じる可能性は低いと考えられている。一方、構内道路や駐車場については、レベル1の地震動、中規模の地震で設計、対策を行っているということで、大地震が発生した場合に噴砂や噴水が生じるおそれがあるのかということに関して市場問題プロジェクトチーム（PT）の方で検証していただく予定である。

9. 討議（報告・説明（5）について）

（1）今後の計画について

- ① 地下ピットがある現在の状態におけるリスク管理上の対応策として、一番基本になるのは換気であり、地下水位が上がって来たときに地下水圧に対して地下ピットの床面をどうするのかというところが検討事項となってくると考えられる。
- ② 地下ピットにおける空気測定において、地下ピット内に溜まり水がある状態で空気中水銀濃度が高濃度になったということなので、排水をすることがまず前提で、あとは換気を行うということが原則であると思われる。
- ③ 地下ピット内の加圧による空気の侵入防止策については、外気に接している部分からの侵入に対してはこの方法でもよいが、豊洲市場の場合は地下水を介しての侵入であり、地下水圧の方が高くなってしまふことから侵入して来る可能性がある。また、地下ピット内に揮発した水銀等ガスが侵入した場合、1階部分の床面にひび割れ等が入った場合には高圧で1階部分に水銀等ガスが吹き上げていき逆効果になる可能性もあることから、この方法は考えないほうがよい。
- ④ 地下ピット内の換気の経路としては、1階部分の床面に穴を開けるよりは、地下ピットの壁に穴を開けて外に出した方が、穴を開けた後の継ぎ目等から水銀等ガスが1階部分に出てくることを避けるためによいと考えられる。
- ⑤ 現在は作業用に換気をしている状況であるので、今後は床面をドライな状態で建物を使うことを想定した設計に入っていくために必要なデータを採っていくことになる。換気しているのを一度とめて測定し、また換気をして測定するということを繰り返す必要があると思われるため、そのような対策を今後考えていく。

以上