

評価の基準とする一般的な工法

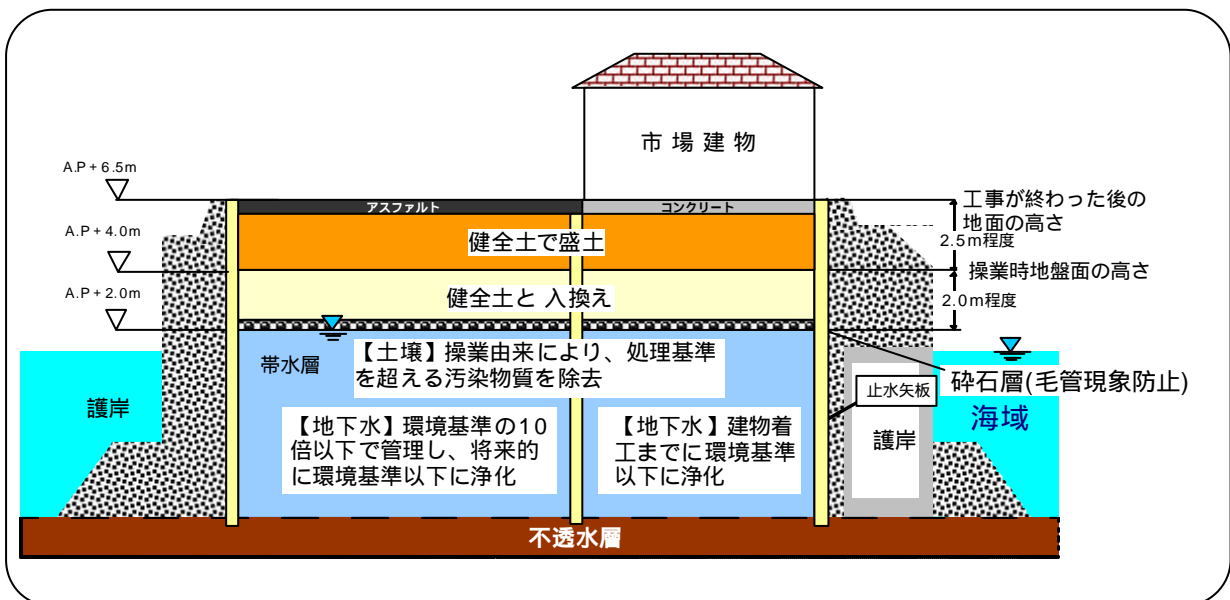
1. 専門家会議の土壌汚染対策（第 1 回技術会議資料）

(1) 今後東京都がとるべき対策の考え方

土壌汚染対策の内容

対象		対策の内容
全体		各街区の周縁部を止水矢板でそれぞれ囲むことにより、市場予定地と外部との間での汚染物質の移動を防止。 各街区とも、建物の周囲を止水矢板等で囲むことにより、建物建設地とそれ以外の部分の間での汚染物質の移動を防止。
建物建設地	土壌	A.P.+2.0m より上部 工場操業時の地盤面（A.P.+4.0m）から 2m（A.P.+2.0m）までの土壌を掘削し、入れ換え。 さらに上部に 2.5m の盛土。
		A.P.+2.0m より下部 操業由来により処理基準を超過した土壌を処理基準以下に処理。
	地下水	地下水中のベンゼン、シアン化合物の濃度が地下水環境基準に適合することを旨とした地下水浄化を建物建設前に行う。 地下水管理を行い、地下水位の上昇を防止。
建物建設地以外	土壌	A.P.+2.0m より上部 残地構造物撤去、地盤改良を実施することから、工場操業時の地盤面（A.P.+4.0m）から 2m（A.P.+2.0m）までの土壌を掘削し、入れ換え。 さらに上部に 2.5m の盛土。
		A.P.+2.0m より下部 操業由来により処理基準を超過した土壌を処理基準以下に処理。
	地下水	地下水管理を行い、地下水位の上昇を防止。 揚水した際に処理を行うことなく下水に放流できる濃度レベル（排水基準に適合する濃度）で地下水管理を実施し、将来的にベンゼン、シアン化合物の濃度が地下水環境基準を達成することを目指す。 液状化対策として地盤改良工事を行う際に、合わせて地下水中のベンゼン、シアン化合物の濃度の低下を図る。

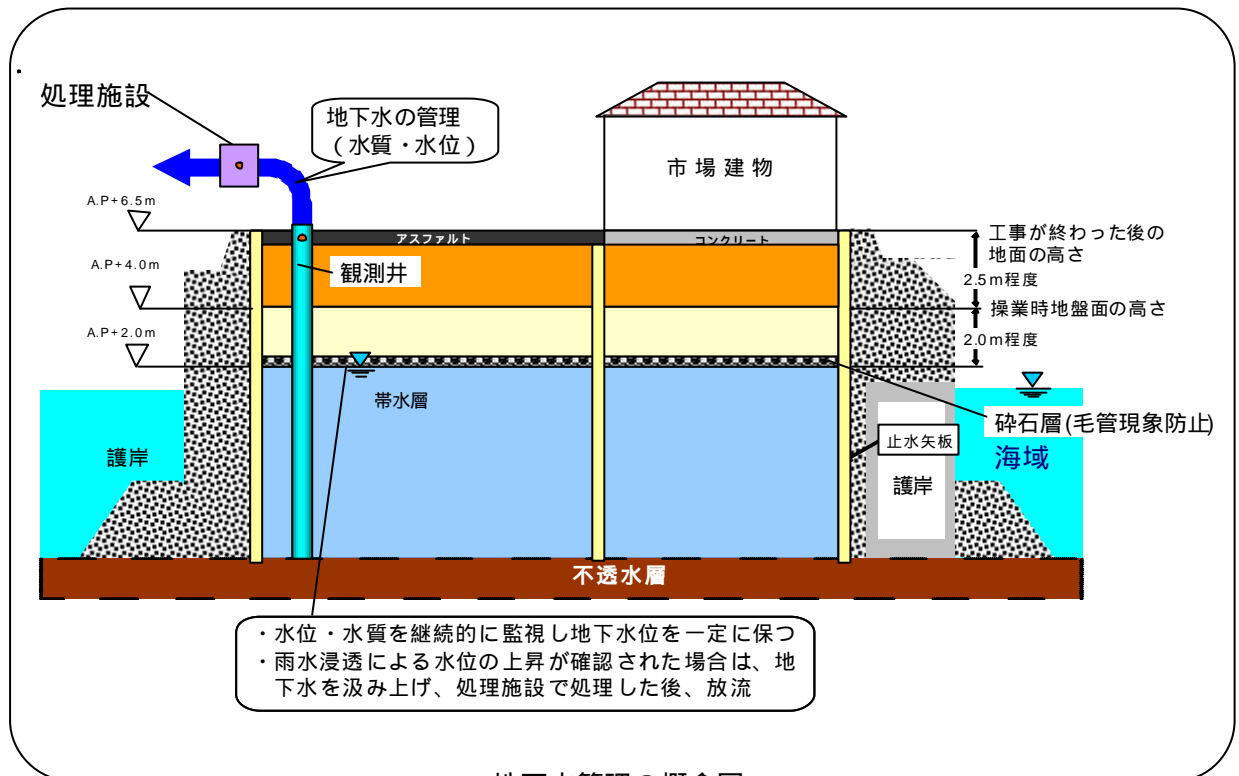
注) 新市場予定地は、その大部分が建物建設及び道路・駐車場用地であり、厚さ 25~40cm のコンクリート床または厚さ 30~40cm のアスファルトで覆われる計画である。



土壌汚染対策の概念図

地下水管理の方法と内容

管理方法	内容
遮水壁の設置	遮水壁を各街区外周及び各街区内の建物建設部の周囲に不透水層の深さまで設置し、地下水の可動範囲を限定する。
砕石層の設置	地下水面より上に砕石層を設置し、毛管現象による地下水の上昇を防止する。
舗装等による被覆	コンクリート床もしくはアスファルト舗装で被覆し、雨水の浸透に伴う地下水位の上昇を防止する。
観測井の設置	観測井の設置により地下水位・水質を継続的に監視し、雨水の浸透に伴う地下水位の上昇が確認された場合、地下水を揚水し、処理施設での処理後、公共下水道に放流する。



(2) 管理のあり方

新市場予定地のリスク管理を図るために必要と考えられる日常的な管理及び緊急時の管理の内容を以下に示す。

日常的な管理

日常的な管理としては、地下水位の定期モニタリング、盛土・被覆の状況（表面の窪み、段差、陥没、亀裂等の存在の有無）の定期点検を行う必要がある。

地下水位が上昇した場合には、地下水位を A.P.+2m 程度に維持するとともに、地下水中の管理対象物質濃度の状況を把握する。

緊急時の管理

液状化対策として地盤改良工事が行われることが計画されており、液状化による土壌・地下水の噴出に対する未然防止が図られる。

万が一、液状化により土壌や地下水が噴出した場合には、噴出した土壌や水を速やかに回収し、念のため環境の状況を把握した上で適切に処理する。

管理

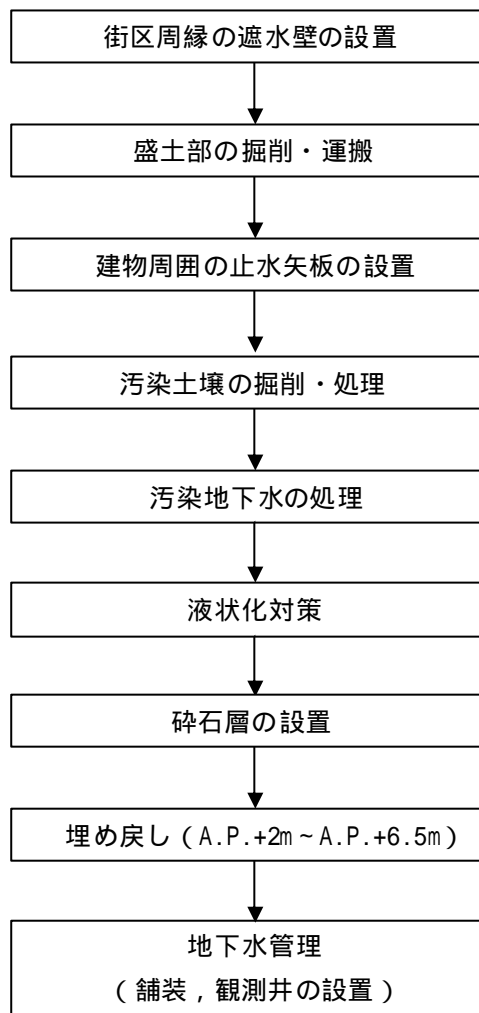
上記(1)(2)の管理を行いながら市場用地を活用していく場合、モニタリングや点検の結果を土地管理者と土地利用者の間で共有化し、両者が意見交換を行ってその結果をこれらの管理に反映させることが望ましい。

そのための一つの方策として、学識経験者も入ったかたちで管理に関する協議会を設置し、共同で適切かつ長期的なリスク管理を図る方法も有効であると考えられる。

2. 評価の基準とする一般的な工法

(1) 対策全般の施工フロー

「1. 専門家会議の土壌汚染対策(第1回技術会議資料)」に示した対策の考え方及び管理のあり方に示されている内容を実施するための対策全般の施工フローを以下に示す。



対策全般の施工フロー図

(2) 一般的な施工方法

専門家会議における検討結果を踏まえ、前述のフローの各実施手順における考え方及び一般的な施工方法を以下に示す。

街区周縁の遮水壁の設置

街区周縁に掘削のための山留めを兼ねた遮水壁を設置して街区間の地下水の可動範囲を限定し、汚染物質の移動を防止する。

街区周縁の遮水壁設置の一般的な施工方法

内容	費用(概算)	工期
山留めを兼ねた遮水壁(鋼管矢板: 600程度,長さ16m程度)の設置		

盛土部の掘削・運搬

5,7街区では東京都土地区画整理事業によってA.P.+4mより上部に盛土されていることから、汚染土壌処理を実施する前に盛土を掘削・運搬し、仮置きする。
仮置きした土壌は、埋め戻しに用いる。

盛土部の掘削・運搬の一般的な施工方法

内容	費用(概算)	工期
バックホウによる掘削(A.P.+4mより上部) 運搬、仮置き		

建物周囲の止水矢板の設置

建物周囲に止水矢板を設置して建物建設地と建物建設地以外の地下水の可動範囲を限定し、汚染物質の移動を防止する。

建物周囲の止水矢板設置の一般的な施工方法

内容	費用(概算)	工期
止水のみを目的とした止水矢板(鋼矢板 型,長さ8m程度)の設置		

汚染土壌の掘削・処理

処理対象物質は、石炭ガスの製造に伴い汚染の可能性のあるベンゼン、シアン化合物、ヒ素、鉛、水銀、六価クロム、カドミウムの7物質とする。

対象範囲は、不透水層である有楽町層（Yc層）上端までとする。

A.P.+2m～+4mまでの不飽和帯の土壌は、全て入れ換えることから非汚染土壌及び処理後の土壌は再利用しない。

A.P.+2m以深（飽和帯，帯水層）は、操業由来により処理基準を超過した土壌を処理基準以下に処理し、処理後の土壌は再利用も考慮する。

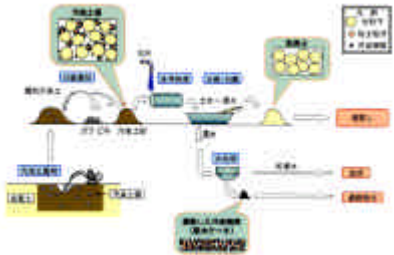
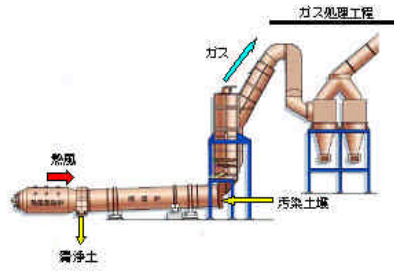
不透水層である有楽町層（Yc層）上端まで上部から汚染が続いていた場合には、対策実施時に有楽町層上端部の汚染を確認する（底面管理）。

都域内にある既存の処理施設での処理、もしくは仮設処理施設の設置による処理を行う。

上記の考え方を踏まえ、汚染土壌処理は掘削除去措置を基本とする。

「土壌汚染対策法に基づく調査及び措置の技術的手法の解説」（社団法人 土壌環境センター）や、東京ガス㈱が行った土壌処理の事例などを参考にして選定した掘削除去措置で実施される一般的な処理方法を1-7頁に、一般的な処理方法を用いた深さ別対象物質別の掘削除去措置の方法を1-8頁に示す。

掘削除去措置で実施される一般的な処理方法

処理方法		対象物質	濃度	内容	浄化費 (概算)	処理能力
洗淨	洗淨処理	シアン化合物 重金属	低濃度	汚染土壌を水で洗淨し、汚染物質を土粒子から分離する。分離した汚染物質は粘土分などの微細粒子に吸着される部分と水溶液に移行する部分とに分かれる。汚染物質が吸着した微細粒子は分級操作により粒径ごとに選別回収し処理する。 		
加熱	高温加熱処理	ベンゼン シアン化合物 重金属	高濃度	汚染土壌を高温で加熱することにより、土壌中の汚染物質を揮発・分解させて、汚染物質を除去する。ベンゼンは約 100 の加熱処理で揮発させることが可能であり、シアン化合物の場合は約 500 、重金属については 1000 以上必要となる。 		
	低温加熱処理	ベンゼン	低濃度 ～ 高濃度	汚染土壌を低温（約 150～200 ）で加熱することにより、土壌中の汚染物質を揮発させる。ベンゼンは約 100 の加熱により揮発する。		
その他	セメントリサイクル	ベンゼン シアン化合物 重金属	低濃度	汚染土壌をセメント原料としてリサイクルする。ベンゼン・シアン化合物の汚染土壌については、中間処理施設で処理（ベンゼンは生石灰混合、シアン化合物は不溶化）を行った後に、セメント原料としてリサイクルする。		

注) 1.濃度欄の「低濃度」は処理基準超過～処理基準 10 倍以下の濃度、「高濃度」は処理基準 10 倍超過の濃度を示す。

2.洗淨処理後に排出される細粒分についてはセメント資源化を想定して、浄化費（概算）を算出。

一般的な処理方法を用いた深さ別対象物質別の掘削除去措置の施工方法

深さ	対象物質	濃度	内容	掘削費 (概算)	浄化費 (概算)	合計	工期
A.P.+2.0m ~ A.P.+4.0m	ベンゼン	低濃度 ~ 高濃度	汚染土壌の掘削を行う。掘削した汚染土壌は、仮設又は都域内の低温加熱施設により処理する。処理土壌は埋め立て用材として用いる。				
	シアン化合物, 重金属	低濃度	汚染土壌の掘削を行う。掘削した汚染土壌は、仮設の洗浄処理施設により処理する。処理土壌は埋め立て用材・工事間流用土として用いる。				
		高濃度	汚染土壌の掘削を行う。掘削した汚染土壌は高温加熱処理施設で処理する。処理土壌はアスファルト混合物などに再利用する。				
	ベンゼン+ シアン化合物, 重金属	低濃度	汚染土壌の掘削を行う。掘削した汚染土壌はセメントリサイクル施設で処理する。				
		高濃度	汚染土壌の掘削を行う。掘削した汚染土壌は高温加熱処理施設で処理する。処理土壌はアスファルト混合物などに再利用する。				
	非汚染土・自然由来		土壌の掘削を行う。掘削した土壌は埋め立て用材として用いる。				
A.P.+2.0m 以深	ベンゼン	低濃度 ~ 高濃度	山留めを設置して汚染土壌を区画し、地下水を汲み上げた後、掘削を行う。掘削した汚染土壌は、仮設又は都域内の低温加熱施設により処理する。処理土壌は埋め戻しに用いる。				
	シアン化合物, 重金属	低濃度	山留めを設置して汚染土壌を区画し、地下水を汲み上げた後、掘削を行う。掘削した汚染土壌は、仮設の洗浄処理施設により処理する。処理土壌は埋め戻しに用いる。				
		高濃度	山留めを設置して汚染土壌を区画し、地下水を汲み上げた後、掘削を行う。掘削した汚染土壌は高温加熱処理施設で処理する。処理土壌はアスファルト混合物などに再利用する。				
	ベンゼン+ シアン化合物, 重金属	低濃度	山留めを設置して汚染土壌を区画し、地下水を汲み上げた後、掘削を行う。掘削した汚染土壌はセメントリサイクル施設で処理する。				
		高濃度	山留めを設置して汚染土壌を区画し、地下水を汲み上げた後、掘削を行う。掘削した汚染土壌は高温加熱処理施設で処理する。処理土壌はアスファルト混合物などに再利用する。				

注) 1.濃度欄の「低濃度」は処理基準超過~処理基準10倍以下の濃度、「高濃度」は処理基準10倍超過の濃度を示す。

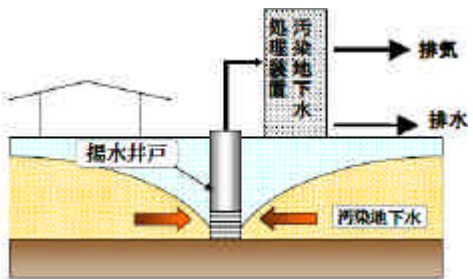
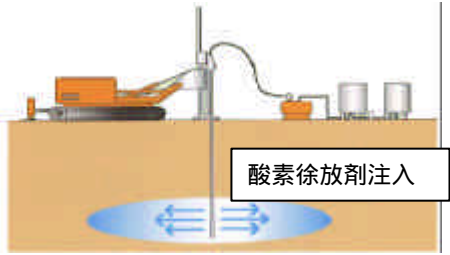
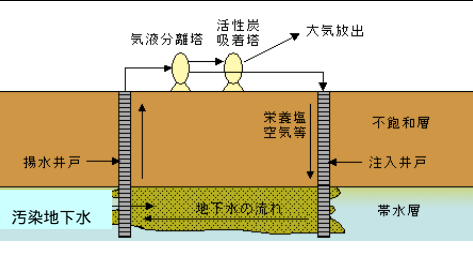
2.掘削費(概算)には必要な山留め・掘削・埋め戻し及び必要な地下水汲み上げ費用を含む。

汚染地下水の処理

建物建設地の地下水は、建物建設前に地下水環境基準（ベンゼン、シアン化合物、重金属）に適合させる。

建物建設地以外の地下水は、排水基準に浄化の後、水位・水質を管理しながら、将来的に地下水環境基準（ベンゼン、シアン化合物、重金属）に適合させる。また、液状化対策実施時に合わせて汚染地下水処理（ベンゼン、シアン化合物、重金属）を行う。

汚染地下水処理の一般的な施工方法

処理方法		対象物質	内容	費用 (概算)	工期
建物建設地	揚水処理法	ベンゼン シアン化合物 重金属	不透水層（有楽町層（Yc層））までの地下水を揚水し、揚水した地下水は、それぞれの汚染物質に応じた方法で処理する。  汚染地下水を揚水井戸で汲み上げ、処理装置で浄化し、排気と排水を排出する。		
		ベンゼン	酸素徐放剤を注入し、微生物を活性化させ汚染地下水を浄化する。  酸素徐放剤を注入し、地下水中で酸素を徐放させる。		
建物建設地以外	バイオレメディエーション (生物的処理法)	ベンゼン シアン化合物	栄養塩（窒素、リン）及び空気等を注入し、微生物を活性化させ汚染地下水を浄化する。 (エアスパージングを行うことにより、ベンゼンの浄化を促進することもできる。)  揚水井戸で汚染地下水を汲み上げ、気液分離塔と活性炭吸着塔で浄化し、大気放出後、注入井戸で帯水層に注入する。地下水流れも示されている。		
		揚水処理法	重金属	「建物建設地」に示す内容と同様。	

- 注) 1.処理方法は、「土壤汚染対策法に基づく調査及び措置の技術的手法の解説」(社団法人 土壤環境センター)及び専門家会議での検討を参考にして選定した。
 2.工期は環境基準の10倍程度を処理するものとして算定した。
 3.揚水処理法の概算費用には地下水の浄化費用含む。

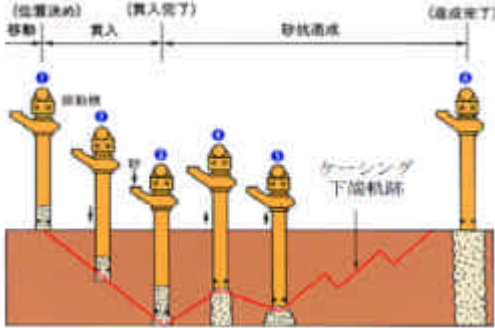
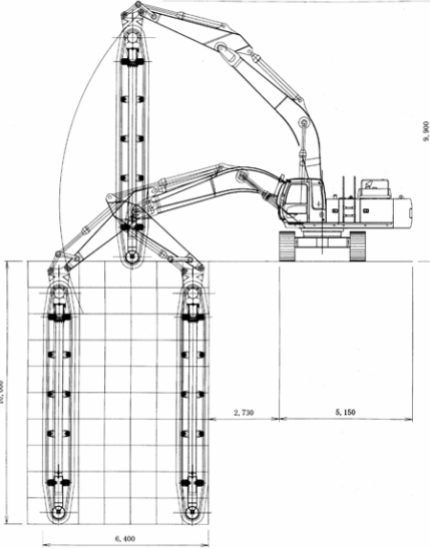
液状化対策

不透水層が浅い箇所又は深い箇所など、現地の地質・地層に応じた最適な液状化対策工法を適用する。

一般的な工法は、不透水層である有楽町層の粘性土層が地表から深い 6,7 街区では、改良深度が深い場合に用いられるサンドコンパクションパイル工法、有楽町層の粘性土層が地表から浅い 5 街区では、改良深度が浅い場合に用いられる中層混合処理工法とした。

サンドコンパクションパイル工法及び中層混合処理工法を 1-12 頁に示す。

液状化対策の一般的な施工方法（サンドコンパクションパイル工法及び中層混合処理工法）

工法名	内容	費用 (概算)	工期
サンドコンパクションパイル工法	<p>鋼管を先端閉塞の状態 で 地中に貫入させ、所定の深度に達したところで鋼管内に砂を入れ、鋼管を引き抜きながら、砂を地中に圧入することにより、締固められた砂杭を形成し、この時の側方への圧縮によって周辺地盤の強度を増加させることで液状化を防止する。</p> 		
中層混合処理工法	<p>スラリー状の固化材を先端から噴射するトレンチャー攪拌装置により、軟弱地盤と固化材を垂直連続攪拌混合して、所定の改良体を造成することで液状化を防止する。 なお、改良体が造成された後には汚染地下水を浄化することが困難となるため、汚染地下水は改良体造成前に環境基準以下に処理する。</p> 		

注) 専門家会議では、サンドコンパクションパイル工法における砂杭の打設時に、砂と酸素徐放剤を混合し、微生物を活性化させて、ベンゼン(地下水)の浄化を図る方法が議論された。

砕石層の設置

地下水面より上に砕石層を設置し、毛管現象による地下水の上昇を防止する。

砕石層設置の一般的な施工方法

内容	費用（概算）	工期
厚さ 50cm 程度の砕石（単粒砕石）をブルドーザーで敷き均し・締め固め		

埋め戻し（A.P.+2m～A.P.+6.5m）

砕石層設置後、A.P.+2m より A.P.+6.5m まで埋め戻しを行う。

A.P.+2m～+4m までは購入土により埋め戻しを行い、A.P.+4m～+6.5m までは、「盛土部の掘削・運搬」で仮置きした土及び建設発生土により埋め戻しを行う。

埋め戻し（A.P.+2m～A.P.+6.5m）の一般的な施工方法

内容	費用（概算）	工期
A.P.+2m～A.P.+4mまで：ブルドーザーなどによる購入土の埋め戻し、締め固め		
A.P.+4m～A.P.+6.5mまで：ブルドーザーなどによる仮置き土及び建設発生土の埋め戻し、締め固め		

地下水管理

街区周縁に遮水壁、建物周囲に止水矢板を不透水層まで設置して地下水の可動範囲を限定し、汚染物質の移動を防止する。

地下水の毛管現象による上昇を防止するため、砕石層を設置する。また、市場内の通路については、アスファルト舗装とするため、雨水の浸透は極めて少ない。

地下水位の定期モニタリングを行い、地下水位が上昇した場合には、地下水位を A.P.+2m に維持するとともに地下水中の管理対象物質濃度の状況を把握する。

地下水管理の一般的な施工方法

管理方法	内容	費用（概算）	工期
遮水壁・止水矢板の設置	、 に示すとおり		
砕石層の設置	に示すとおり		
舗装	道路部のアスファルト舗装（厚さ 30～40cm）		
観測井の設置	観測井及びモニタリングシステム設置		
	処理施設の設置		
	定期モニタリング及び施設の維持管理		