

高砂西港盛立地の PCB 汚染土に係る
報告書

平成 19 年 9 月

高砂西港盛立地の PCB 汚染土に係る
技術検討専門委員会

高砂西港盛立地の PCB 汚染土に係る報告書

はじめに

提 言 P 2

【参考】

- 1 委員会の概要 P 10
 - 1.1 委員会設立の経緯
 - 1.2 委員会審議の経緯

- 2 盛立地の概要 P 12
 - 2.1 盛立地の造成
 - 2.2 PCB 関連法規の適用関係

- 3 盛立地の安全性の検証 P 19
 - 3.1 現地調査
 - 3.2 盛立地の環境面の検討結果
 - 3.3 盛立地の構造面の検討結果

- 4 今後の対策と課題 P 27
 - 4.1 擁壁補強
 - 4.2 恒久対策と検討事項
 - 4.3 盛立地の恒久対策と課題
 - 4.3.1 A 1 全量撤去＋分解処理方式
 - 4.3.2 A 2 全量撤去＋直接埋め立て処分方式
 - 4.3.3 B 分解処理＋現地埋め戻し(又は搬出)方式
 - 4.3.4 C 1 上部被覆方式
 - 4.3.5 C 2 上部被覆＋遮水性地下土留め壁方式

【添付資料】

はじめに

東播磨港高砂地区高砂西岸壁に面する港（以下高砂西港という。）の北側に位置する(株)カネカ高砂工業所と三菱製紙(株)高砂工場の敷地内に、広さ約5ヘクタール高さ約5メートルのアスファルトで覆われた人工の巨大な丘（以下盛立地という。）がある。

この盛立地は、昭和40年代後半、高砂西港の底質土砂がPCBで汚染されていることが明らかになった際、これらを浚渫し、固化処理後、このような形に造成したものである。

平成18年3月に高砂市から兵庫県に対し、盛立地のあり方を検討するための専門家委員会の設置について依頼があり、平成18年5月に「高砂西港盛立地のPCB汚染土に係る技術検討専門委員会」が設立されて以来、7回にわたり審議を重ねてきたところである。

この報告書は、今後のまちづくりにおいて、この盛立地をいかに取り扱うか検討するため、過去の工事工程などの資料やPCBに係る各種調査結果などをもとに、必要となる事項を環境科学及び土木工学の観点からとりまとめたものである。

とりまとめに当たっては、単に技術上の観点だけからではなく、現実的にどのように対処すべきかに意を配したところであり、今後関係者間で具体化を図る際の基礎資料として生かしていただきたい。

高砂西港盛立地のPCB汚染土に係る技術検討専門委員会
委員長 藤 田 正 憲

提 言

委員会では、次の事項を検証するとともに、これらを踏まえ「恒久対策」即ち将来にわたって安全性をより確実にするための方策を提言としてとりまとめた。

(1) 検証事項及びその結果

① 環境への漏洩

PCB を含有する底質土砂を浚渫・固化し、盛立土として封じ込めた昭和 51 年(2 期工事完了後)から現在に至るまで、PCB の周辺環境(水路、海域、地下水、大気、周辺土壌)への漏洩はない。

② 現時点での構造面の安全性

盛立土自体は現状でもアスファルト被覆され、通常時において構造上の問題はない。

ただし、盛立土本体ではないが、最外周部の擁壁の一部に補強を要する箇所がある。

③ 地震等の自然災害に対する安全性

高潮、洪水などの水害に対しては、今後の安全性に問題はない。

地震発生によっても液状化しなければ安全性は確保されているが、大規模地震(震度 6 強)により下層地盤が液状化した場合には盛立土の斜面の一部が崩壊する可能性がある。

(2) 今後の恒久対策

上記の①②により、現状における安全性を確認したが、さらに安全性を確実にするため、上記①～③を踏まえて、恒久対策として次の 3 つの方策を検討した。

対策	内容
A 全量撤去	盛立土を全量搬出し、分解処理し、最終処分場に埋め立てる方法
	盛立土を全量搬出し、最終処分場に直接埋め立てる方法
B 現地分解処理	盛立土を全量掘削し、近傍で分解処理した後、現地に埋め戻す方法
	盛立土を全量掘削し、近傍で分解処理した後、最終処分場に埋め立てる方法
C 現地封じ込め	盛立土を現状のまま、安全性をより確実なものとして封じ込める方法

恒久対策の選定に当たっては、次の条件に適合する必要がある。

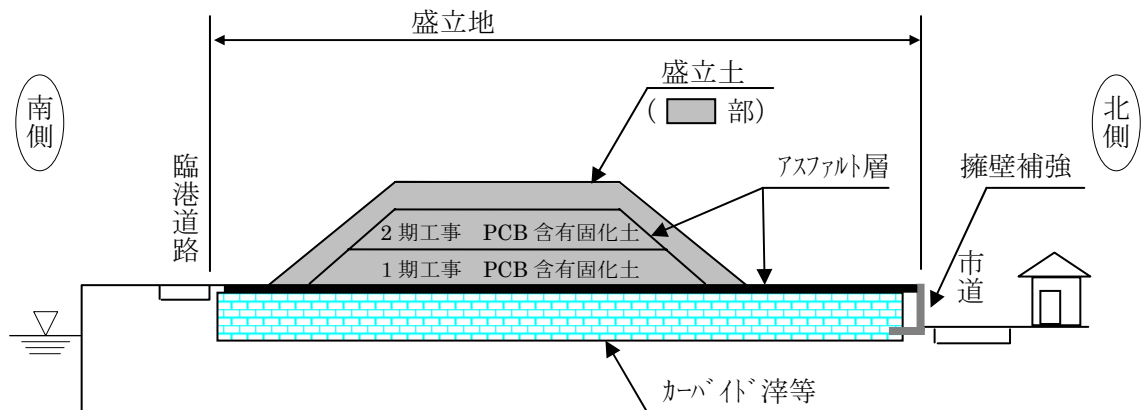
- ① 確立された技術であり、かつ盛立地の対策として適用可能であること。
- ② 周辺への影響が小さいこと。
- ③ 実現性が高いこと。

なお、最外周部の擁壁の一部の補強については、周辺の道路交通安全を確保するという観点から、いずれの恒久対策をとる場合でも必ず実施すべき対策である。

(擁壁の補強)

盛立地の最外周部に設置されているコンクリート製の擁壁の一部(通常時においては東側擁壁のみ、地震時においては西側擁壁と北側擁壁も)について、強度不足があることが判明した。破損したとしても盛立土の安全性に影響を与えることはないが、擁壁内側の盛立土造成以前の下層土砂などが道路に崩れ出る可能性があることから、道路交通安全の安全性を確保するため、補強が必要である。

盛立地イメージ図



1) A 全量撤去対策

PCB 含有固化土を全量搬出することにより、現地から盛立土自体をなくしてしまう方法である。

① A 1 全量撤去＋分解処理方式

この対策を採用するためには、PCB を含有している大量の盛立土（覆土量含む、283,000m³）を分解処理することができる実用規模の既存施設の存在が前提となる。

しかし、現時点で大規模の分解処理施設は稼働していない。（分解処理施設については、B 現地分解処理対策を参照）

なお、100 トン/日程度の受け入れが可能な分解処理施設を建設すると仮定した場合でも、対策工事期間は、新たな施設の建設を含め概ね 20 年である。

② A 2 全量撤去＋直接埋め立て処分方式

この対策を採用するためには、分解処理をしない PCB 含有固化土を大量に受け入れできる最終処分場の確保が課題となる。

この方式は、高濃度の PCB を含有した固化土と処分場の雨水などが接触することから、PCB を含む排水を処理する施設が必要である。

また、仮に搬入できるとして、200 トン/日程度の受け入れ量を仮定しても対策工事期間は概ね 10 年である。（10 トントラック 20 台/日）

A の対策を採用するためには、次の環境対策が必要である。

- ・ 盛立土を掘削するため、PCB 含有固化土由来の粉じんなどの飛散防止対策が重要となる。
- ・ 掘削作業中は、掘削場所をテントなどで覆蓋し、飛散防止対策をとることとなるが、長期にわたり PCB 含有固化土由来の粉じんなどの周辺環境への飛散リスクが継続することから、場合によっては、周辺住民の移転などを考慮する必要がある。

以上のことから、この全量撤去対策を採用するには、これらの課題を解決する必要がある。

2) B 現地分解処理対策

現地近傍に PCB 分解処理施設を設置し、盛立土全量を分解処理後現地に埋め戻す、又は別の場所の最終処分場に埋め立てる方法である。

ア PCB 等の汚染土壌の分解処理技術としては、高温分解法などが開発されており、小規模ではあるが実用に供されている。

しかし、PCB を含有している大量の盛立土(283,000m³)を処理するには、さらに処理能力の大きな施設の建設が必要となる。

現在、北九州で建設中の PCB 廃棄物処理施設の能力は、5 トン/日である。

イ 仮に 10 トン/日の処理能力を有する施設を 10 基設置し、100 トン/日の処理能力と仮定すると、対策工事期間は施設の建設も含め概ね 20 年である。

ウ 今回対象となる PCB 含有固化土は、通常の汚染土壌とは性状が異なることから、この対策を採用する場合には、事前に実サンプルを使った実証実験により処理効果を確認する必要がある。

エ この対策を採用する場合には、分解処理施設建設のための用地確保が必要である。

オ この対策を採用する場合には、次の環境対策が必要である。

- ・ 盛立土を掘削し、処理施設まで運搬した後、分解処理を行うため、PCB 含有固化土由来の粉じんなどの飛散防止対策が重要となる。
- ・ 分解処理施設の稼働時には、処理施設から排ガスなどの対策も行う必要がある。
- ・ 掘削作業中は、掘削場所をテントなどで覆蓋し、飛散防止対策をとることとなるが、長期にわたり PCB 含有固化土由来の粉じんなどの周辺環境への飛散リスクが継続することから、場合によっては、周辺住民の移転などを考慮する必要がある。

以上のことから、この現地分解処理対策を採用するには、これらの課題を解決する必要がある。

3) C現地封じ込め対策

盛立土を現状のまま、安全性をより確実なものとして封じ込める方法であり、以下の2つが考えられる。

- ① 遮水シートなどによる上部被覆方式
- ② 遮水シートなどによる上部被覆+遮水性地下土留め壁方式

①②の対策はいずれも最終処分場遮水工事、地下構造物築造工事などで多数の実績があり、技術上の問題はない。

また、現地封じ込め対策は盛立土を掘削・運搬しないので、PCB含有固化土由来の粉じんなどが飛散するリスクはない。

なお、対策実施後も適切に盛立地を管理し続けていく必要がある。

① C1 上部被覆方式

盛立土上部(周囲の法面を含む。)には、現状でも覆土及びアスファルト被覆が施されており、その安全性を確認しているが、さらに遮水シート、不織布などにより盛立土上部を被覆することにより、雨水などの浸入を防止し盛立土への遮水効果を高め、封じ込め効果を確実にすることができる。

ただし、大規模地震(震度6強)が発生し、盛立地の下層地盤が液状化した場合には、この上部被覆方式のみでは盛立土の斜面の一部が崩壊する可能性がある。

② C2 上部被覆+遮水性地下土留め壁方式

現状でも周辺へのPCBの漏洩はなく、盛立土上面は、遮水のために50mmのアスファルト被覆がなされており、さらに、下層はカーバイド滓及びアスファルト層により遮水されていることから、安全性を確認している。

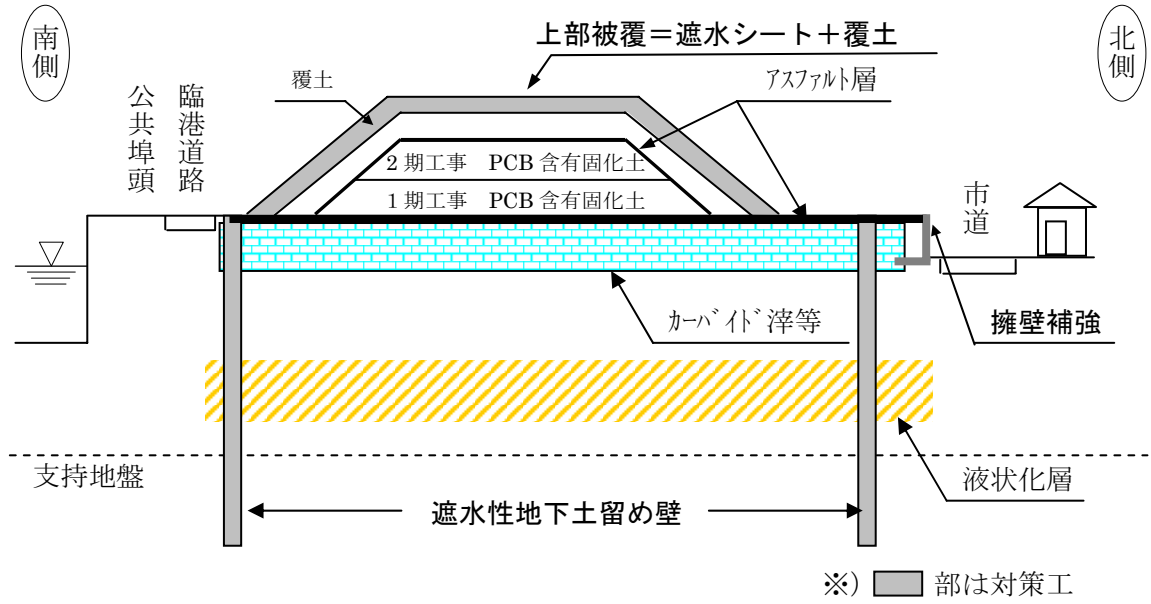
しかし、アスファルトの劣化による地下水の浸透、地震時の対策として、遮水性地下土留め壁を盛立土の周囲の地下地盤に施工する。

この対策を行うことにより、大規模地震(震度6強)が発生し、盛立地の下層地盤が液状化した場合でも、盛立土の斜面の崩壊を防止することが可能となる。

また、盛立土下層地盤にある地下水と周辺地下水の間を遮断し、PCBの漏洩を更に確実に防止することが可能となる。

本方式は、想定した大規模地震等に対しても安全性を確保できる対策である。

現地封じ込め対策イメージ図



(3) まとめ

1) 検討内容

過去の工事記録、調査結果及び新たに実施した各種の調査結果などを踏まえ、今後想定される大規模地震等の自然災害に対しても安全性が確保できる恒久対策を検討した。

検討した対策は、A全量撤去対策(さらにA1、A2に区分)、B現地分解処理対策、C現地封じ込め対策(さらにC1、C2に区分)である。

各対策技術の現状、工期及び事業費の試算をもとに検討し、総合評価などを次表のとおり整理した。

2) 結論

① A全量撤去対策

受け入れ可能な施設の確保が課題である。また、この対策を採用した場合には、長期にわたり PCB 含有固化土由来の粉じん等が周辺環境へ飛散するリスクは避けられない。

② B現地分解処理対策

大規模の分解処理施設の建設が課題である。また、この対策を採用した場合には、A対策と同様、長期にわたり PCB 含有固化土由来の粉じん等が周辺環境へ飛散するリスクは避けられない。

③ C現地封じ込め対策

この対策は、PCB 含有固化土由来の粉じん等の周辺環境への飛散リスクがなく、上部被覆と遮水性土留め壁方式を採用すれば、盛立土の封じ込め効果が高く、大規模地震等に対しても安全性を確保でき、さらに万が一の PCB 漏洩にも対応できる。

「C現地封じ込め対策」は、周辺への影響が少なく、現状で確立された技術であることから、盛立地の対策として適用可能な技術である。

中でも今後想定される大規模地震等にも対応できる「C2上部被覆+遮水性地下土留め壁方式」は、盛立地の安全性をより確実にするものである。

恒久対策の方法別評価

	A 全量撤去対策		B 現地分解処理対策	C 現地封じ込め対策		擁壁補強
	A1全量撤去＋分解処理方式	A2全量撤去＋直接埋め立て処分方式	B現地分解処理→埋め戻し(又は搬出)方式	C1上部被覆方式	C2上部被覆＋遮水性地下土留め壁方式	いずれの対策にも必要
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> 盛立土を全量搬出し、別の場所で分解処理し、別の最終処分場へ埋め立てる。 	<ul style="list-style-type: none"> 盛立土を全量搬出し、別の最終処分場に直接埋め立てる。 	<ul style="list-style-type: none"> 盛立土を全量掘削し、近傍で分解処理した後、現地に埋め戻す。(又は別の最終処分場に埋め立てる) 	<ul style="list-style-type: none"> 遮水シートなどにより盛立土上部を被覆する。 	<ul style="list-style-type: none"> C1に加え、盛立土周辺の地下地盤に遮水性地下土留め壁工事を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 今回の検討で判明した強度不足部分の擁壁を補強する。
対策技術の現状	<ul style="list-style-type: none"> 現時点で大規模な処理施設は稼働していない。(汚染土壌で最大5t/日まで) 	<ul style="list-style-type: none"> 受入可能な大規模な処分場の確保が課題である。 	<ul style="list-style-type: none"> PCB汚染土の分解処理技術はあるが、PCB含有固化土の処理実績はない。 現時点で大規模な処理施設は稼働していない。(汚染土壌で最大5t/日まで) 	<ul style="list-style-type: none"> 多数の実績があり、技術上の問題はない。 		<ul style="list-style-type: none"> 多数の実績があり、技術上の問題はない。
工期	20年	10年	20年	2年	2年	1年
事業費の試算(概算)	1,570億円	400億円	1,500億円	40億円	75億円	2億円
	掘削運搬費等 350億円 処理施設償却費 600億円 分解処理費 600億円 埋め立て処分費 20億円	掘削運搬費等 350億円 埋め立て処分費 50億円	掘削盛立て費等 300億円 施設建設費 600億円 処理費 600億円	上部被覆工事 40億円	上部被覆工事 40億円 地下連続壁工事 35億円	擁壁補強 2億円
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> 盛立土の掘削を行うため、掘削中(Bは処理中を含む)は、長期にわたりPCB含有固化土由来の粉じん等の周辺環境への飛散リスクが継続する。 場合によっては、近隣住民の移転等が必要である。(上記費用には含めていない) 		<ul style="list-style-type: none"> 盛立土の掘削がないため、PCB含有固化土由来の粉じん等が飛散するリスクはない。 工事終了後、モニタリングと適切な管理が必要である。 		<ul style="list-style-type: none"> 現在と同様、モニタリングと適切な管理が必要である。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 受け入れ可能な施設の確保が課題である。 	<ul style="list-style-type: none"> 受け入れ可能な最終処分場の確保が課題である。 	<ul style="list-style-type: none"> 大規模処理施設の建設が必要。(10 t/日×10基を想定) 処理施設の設置場所の用地確保が必要。 PCB含有固化土の処理実績はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 盛立土上部(法面含む)の遮水効果を高め、封じ込め効果が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 盛立地の下層地盤が液状化した場合でも、盛立土の滑りを防止することができる。 盛立土の封じ込め効果が高く、万が一のPCB漏洩にも対応できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 想定した大規模地震等に対しても安全性を確保できる。
<ul style="list-style-type: none"> 上記課題を解決する必要がある。 				<ul style="list-style-type: none"> 地震対策としては不完全。 		

【参考】

1 委員会の概要

1.1 委員会設立の経緯

平成 17 年 7 月に兵庫県において、「高砂みなとまちづくり構想」がとりまとめられ、同年 10 月には、構想の実現に向けた検討を行うため、高砂市において、「高砂みなとまちづくり構想推進協議会」が設立された。この協議会設立を機に、盛立地のあり方を検討するための専門家の立場からの知見が必要であるとの意見があり、高砂市から兵庫県に対し、専門委員会の設置について依頼があった。

このため、兵庫県では、「高砂西港盛立地の PCB 汚染土に係る技術検討専門委員会」を設置し、盛立地の環境面と構造面に関する安全性について技術的な観点から検討してきたところである。

(1) 委員会の構成

委員は、環境工学、環境化学、廃棄物処理及び土木工学の各分野の学識経験者 5 名で構成している。

委員長：藤田正憲 大阪大学名誉教授、高知工業高等専門学校長

委員：金原和秀 岡山大学資源生物科学研究所准教授

〃：常田賢一 大阪大学大学院工学研究科教授

〃：野馬幸生 国立環境研究所循環型社会・廃棄物研究センター
物質管理研究室長

〃：道奥康治 神戸大学大学院工学研究科教授

1.2 委員会審議の経緯

(1) 第 1 回技術検討専門委員会

開催日：平成 18 年 6 月 30 日（高砂市内）

審議事項：

- ・盛立地の概要、現地視察
- ・関係法令
- ・審議の基本方針及びスケジュール

(2) 第 2 回技術検討専門委員会

開催日：平成 18 年 9 月 8 日（神戸市内）

審議事項：

- ・既存資料の確認及び補完すべき追加調査
- ・PCB 汚染土の処理事例・処理技術

(3) 第3回技術検討専門委員会

開催日：平成18年12月20日（高砂市内）

審議事項：

- ・現状での盛立地の安全性
- ・各種対処方法

(4) 第4回技術検討専門委員会

開催日：平成19年2月7日（神戸市内）

審議事項：

- ・現状での盛立地の安全性
- ・各種対処方法

(5) 第5回技術検討専門委員会

開催日：平成19年3月24日（高砂市内）

審議事項：

- ・地震、高潮など自然災害に対する安全性の検討
- ・恒久対策について
- ・委員会の延長決定

(6) 第6回技術検討委員会

開催日：平成19年6月19日（神戸市内）

審議事項

- ・恒久対策について
- ・提言に当たっての方針

(7) 第7回技術検討委員会

開催日：平成19年9月10日（神戸市内）

審議事項

- ・提言の内容
- ・報告書の取りまとめ

2 盛立地の概要

2.1 盛立地の造成

(1) 高砂西港底質調査と浚渫・固化処理工事の実施

兵庫県では、昭和 47 年に高砂西港の底質土砂から PCB が検出されたことから、昭和 48 年 6 月「PCB 対策本部」を設置し、対策に着手した。

当時実施された高砂西港の底質土砂の調査結果は、表 2.1-1 のとおりである。

これらの底質土砂は、(株)カネカ高砂工業所及び三菱製紙(株)高砂工場が事業主体となって、「底質の処理・処分等に関する暫定指針」(昭和 49 年環水管第 113 号環境庁水質保全局長通知)に基づいて、兵庫県及び高砂市の監視のもとに、昭和 49 年 9 月から昭和 51 年 8 月までに浚渫・固化工事が実施され、現地に盛り立てられた。(盛立地位置及び断面の構造を図 2.1-1、図 2.1-2 に示す。)

工事は、表 2.1-2 のとおり第 1 期工事(昭和 49 年 9 月～昭和 50 年 3 月)及び第 2 期工事(昭和 50 年 8 月～昭和 51 年 8 月)に分けて実施された。(図 2.1-2)

第 1 期工事は、ガット船により浚渫し、陸揚、トラック搬送、貯泥・固化処理後、ダンプにて搬出し、造成が行われた。

第 2 期工事は、ウーザーポンプ浚渫船により浚渫し、固化処理プラントにより混練固化後、送泥管にて搬送し、造成が行われた。

盛立土は表面を成形後、アスファルトで被覆し、法面には良質な覆土に芝生を植栽した。

表 2.1-1 高砂西港底質土砂調査結果

調査期間	昭和 47 年 6 月 20 日～昭和 48 年 4 月 6 日
調査地点数	24 地点
PCB 濃度 (単位:mg/kg)	4～3,300

表 2.1-2 工事期間と浚渫土量

項目	第1期工事	第2期工事	合計
浚渫工事開始年月	昭和49年9月27日	昭和50年8月13日	—
浚渫工事完了年月	昭和50年2月5日	昭和50年12月27日	—
全工事完了年月	昭和50年3月19日	昭和51年8月23日	—
浚渫面積 m ²	45,000	194,000	239,000
浚渫計画土量 m ³	110,000	170,000	280,000
浚渫土量(有姿) m ³	112,000	189,000	301,000
盛立土量 m ³	—	—	224,000
盛立土量(覆土含む) m ³	—	—	283,000

図 2.1-1 高砂西港盛立地位置図



出典：国土地理院 空中写真サービス（撮影1999年）を元に作成

図 2.1-2 高砂西港盛立地の断面構造

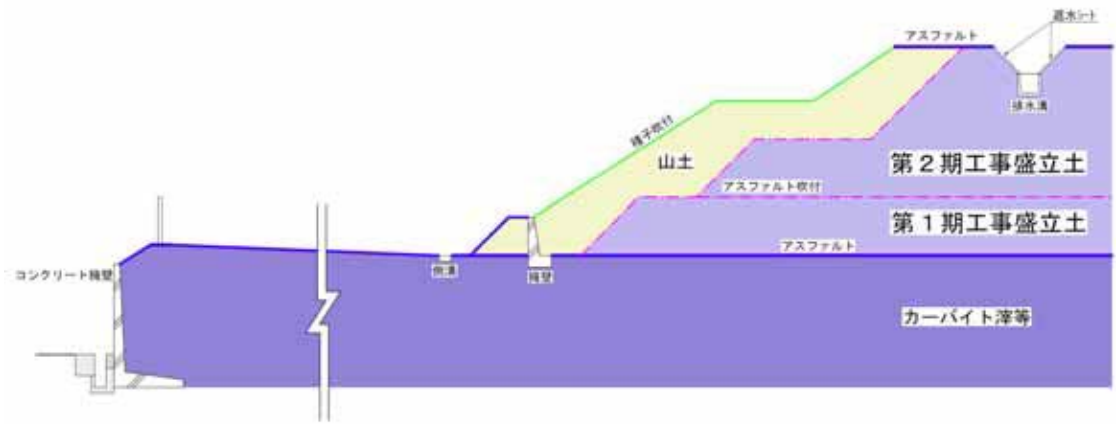
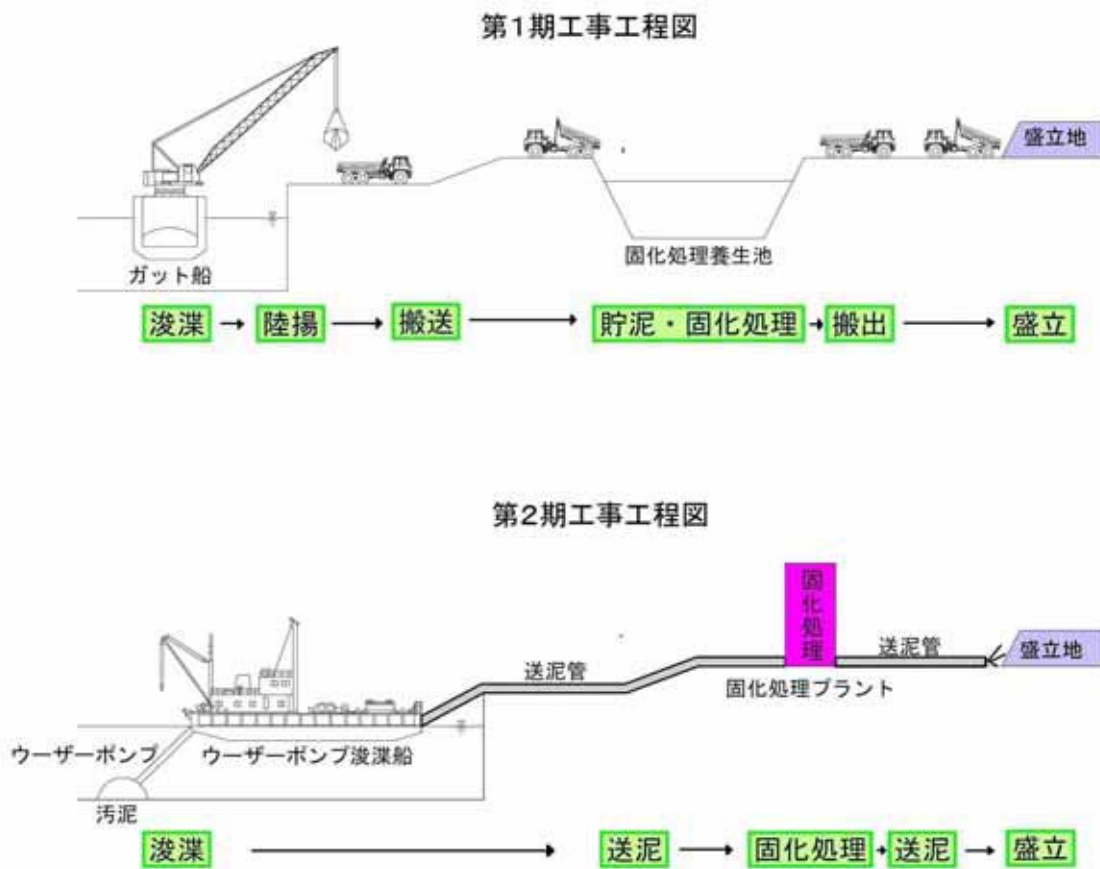


図 2.1-3 盛立工事の工程



(2) 浚渫・固化処理後の底質調査

浚渫・固化処理工事後の調査結果は以下のとおりであった。

1) 高砂西港の PCB 底質調査など

① 第2期工事浚渫終了直後の底質調査

第2期工事浚渫終了直後の昭和51年1月に高砂西港内で底質の含有試験を実施した。その結果は、40地点において定量下限値(0.01mg/kg)未満～12mg/kgであり、4交点平均値で判定すると0.02～4.53mg/kgとなり、底質の暫定除去基準(昭和50年環水管第119号環境庁水質管理局長通知)10mg/kg以下であった。

結果(mg/kg)	測定箇所数(全40地点)
ND	8地点
0.01～0.1	11地点
0.11～1.0	14地点
1.1～2.0	4地点
2.1～3.0	2地点
～12	1地点

注) ND : PCB含有量定量下限値(0.01mg/kg)未満

② 高砂市の PCB 底質調査

高砂市は昭和56年度以降、現在に至るまで高砂西港内の1地点で年1回底質含有試験を実施している。その結果は、定量下限値(0.01mg/kg)未満～9mg/kgの範囲内であった。

③ 兵庫県の水質及び底質調査

兵庫県は、平成16年9月13日に水質及び底質の調査を実施した。水質については、2地点とも定量下限値(0.0005mg/L)未満であった。

底質については、高砂西港内の底質6地点で含有試験を実施しており、その結果は、0.036～7.5mg/kg、平均2.13mg/kgであった。

2.2 PCB 関連法規の適用関係

盛立地の工事は「底質の処理・処分等に関する暫定指針」に適合した工法で実施されている。

しかしながら、当時から 30 年以上が経過して、関係法令が整備されてきていることから、再度、現行の関係法令の適用について整理を行った。

盛立地の対策の検討に当たっては、たとえ関係法令の直接の適用はなくても、現行法令の基準に適合した対策をとるべきであるという考え方に立つものである。

検討対象の法令は、「環境基本法」、「土壤汚染対策法」、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」、「ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法」及び「ポリ塩化ビフェニル等の取扱いの規制に関する条例」である。

(1) 環境基本法(平成5年法律第91号)

第16条に基づく「土壤の汚染に係る環境基準について」(平成3年環境庁告示第46号)では、「PCBの環境基準は、溶出量で検出されないこと(0.0005mg/L未満)」とされている。しかしながら、同告示において、「環境基準は、汚染がもたら自然的原因によることが明らかであると認められる場所及び原材料の堆積場、廃棄物の埋め立て地その他の環境基準に掲げる項目に係る物質の利用又は処分を目的として現にこれらを集積している施設に係る土壤については、適用しない。」とされている。

さらに「土壤の汚染に係る環境基準について」(平成3年環水土第116号環境庁水質保全局長通知)では、「「底質の処理・処分等に関する暫定指針」により除去底質を埋め立てる場所、「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律」に基づいて行われる水底土砂の埋め立て場所など対象物質の利用又は処分を目的として現にこれらを集積しているものと認められる施設に係る土壤には環境基準を適用しないこととする。」とされている。

このため、高砂西港盛立地に環境基準は適用されないが、周辺環境には適用される。

(2) 土壤汚染対策法(平成14年法律第53号)

この法律では、土壤の汚染状態が指定基準に適合しない場合は、「指定区域」として指定(法第5条)するとともに、汚染土壤の撤去などの措置を講じることなどを定めているが、「土壤汚染対策法の施行につい

て」(平成15年環水土第20号環境省環境管理局水環境部長通知)では、土壤汚染により健康被害が生ずるおそれがある土地の調査に関し、「土壤環境基準が適用されないこととなっている土壤については、それが適切に管理されている限りにおいて、特定有害物質を含んでいたとしても人が摂取する可能性はないと考えられることから、調査の命令などの対象とはならない。」とされている。

このため、高砂西港盛立地は土壤汚染対策法の対象外であるが、分解処理する場合の評価のための基準値として、指定基準で判断することとした。

また、PCBの溶出試験方法として、土壤汚染対策法に基づく測定方法(平成15年環境省告示第18号)を採用した。

(3) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律(昭和45年法律第137号)

「廃棄物の処理及び清掃に関する法律の施行について」(昭和46年10月環整第43号厚生省環境衛生局長通知)では、「港湾、河川のしゅんせつに伴って生ずる土砂その他これに類するものは、廃棄物処理法の対象となる廃棄物でない。」としていることから、高砂西港盛立土は、同法で定める廃棄物には該当しない。

(4) ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法(平成13年法律第65号)

第2条では、「この法律において、「ポリ塩化ビフェニル廃棄物」とは、ポリ塩化ビフェニル、ポリ塩化ビフェニルを含む油又はポリ塩化ビフェニルが塗布され、染み込み、付着し、若しくは封入されたものが廃棄物(廃棄物処理法第2条第1項に規定する廃棄物をいう。)となったものをいう。」としている。

高砂西港盛立土は、廃棄物処理法で定める廃棄物でないことから、この法律で規定するPCB廃棄物に該当しない。

(5) ポリ塩化ビフェニール等の取扱いの規制に関する条例(昭和48年条例第54号)

この条例では、PCBを含有する廃棄物その他の物で知事が指定するものについて適切な管理などを義務付けている。

知事が指定するものの一つに、排水施設その他の施設の堆積物でPCBを含有するものがある。

盛立土については、高砂西港内に堆積していたPCB含有底質土砂

を浚渫し、PCB が溶出しないよう固化処理を行ったものであることから、知事が指定する PCB 又は PCB 製品には該当しない。

3 盛立地の安全性の検証

本委員会では、現時点での盛立地の安全性を検証するとともに、さらに今後起こりうる地震などの自然災害を想定し、専門的な見地から安全性を検証した。

安全性を検証するにあたり、地震時の液状化などに関する検討を行うために、測量、ボーリングなどの現地調査を実施した。

3.1 現地調査

調査は、平成18年11月21日～12月20日に実施した。

(1) 測量及びボーリング調査（添付資料2参照）

盛立地及びその周辺に工事基準点を6箇所設け、平面測量（99,000㎡）及び横断測量（5,000㎡）を行うとともに、盛立土本体2地点及び外周部6地点でボーリング調査を実施した。

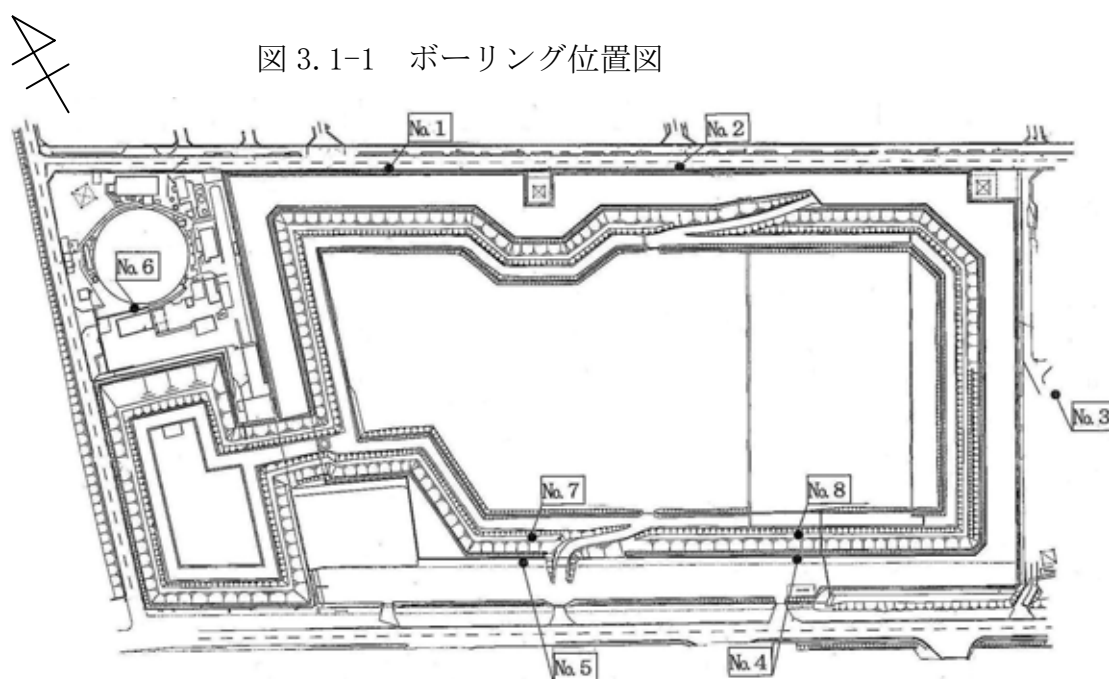


図 3.1-1 ボーリング位置図

(2) 盛立土の土質及びPCB分析調査

盛立土法面の2地点においてボーリングを実施し、1期工事部分、2期工事部分及び覆土の土質調査（土質定数など）を行うとともに、採取した覆土及びPCB含有固化土のPCB分析を実施した。

土質調査については、盛立土の原位置での試験及び室内試験により、安定解析に必要な土質定数を設定した。

(3) 盛立地外周部の調査

盛立地外周部 6 地点について 15～20m の深さまでボーリングを行い、土質柱状図を作成し、土質定数の設定を行った。さらに採取した土壌の PCB 分析を行った。

また、盛立土下部のカーバイド滓層、沖積粘性土層などの土質構成を確認し、東西 2 ヶ所及び南北 2 ヶ所の地層横断面図を作成した。

3.2 盛立地の環境面の検討結果

PCB は、化学的に安定した物質であり、難水溶性かつ脂溶性である。

PCB は、難水溶性であることから地下水などを通じて外部に漏洩する可能性は小さいが、安全性を高めるためには、盛立土と外部の水を遮断することが重要である。そこで、周辺への漏洩を防ぐため、以下のように盛立土の遮水状況を評価した。

(1) 盛立土の遮水状況

① 盛立土上面及び法面の状況

盛立土上面は、遮水のために 50mm のアスファルト被覆がなされており、さらに、関係企業が継続して補修工事を行ってきていることから、現時点で盛立土上部の遮水性については問題ない。

また、法面の覆土の下にアスファルト被覆があることを現地調査にて確認している。

② 盛立土の下の状況

盛立土の下は、難透水性の厚さ 1.8m のカーバイド滓層（透水係数 8.57×10^{-7} cm / 秒）であり、さらにその下に厚さ 1.3～3m の沖積粘性土層（透水係数 3.86×10^{-7} cm / 秒）が確認された。これらは土壤汚染対策法に基づく封じ込め対策として遮水性があると認められる基準（透水係数 1×10^{-5} cm / 秒：厚さ 5m）を元に換算すると、カーバイド滓層は 21m 及び沖積粘性土層は 34m～78m に相当する。

従って、盛立土の下の遮水性は非常に高いと判断できる。

(2) 盛立地と地下水位

盛立地は地上部にあり、盛立地周辺の地下水位は、盛立土より 1.5m 以上低いことが判明した。従って、地下水が盛立土と直接接触することはなく、周辺地下水と盛立土の間の物質移動はほとんどないと判断できる。

(3) PCB 分析結果

1) 過去からの調査結果 (添付資料 1 参照)

① 高砂市による調査

高砂市は、昭和 51 年 1 月から現在に至るまで、盛立地周辺について、年 2 回環境調査を実施している。(調査地点は図 3. 2-1)

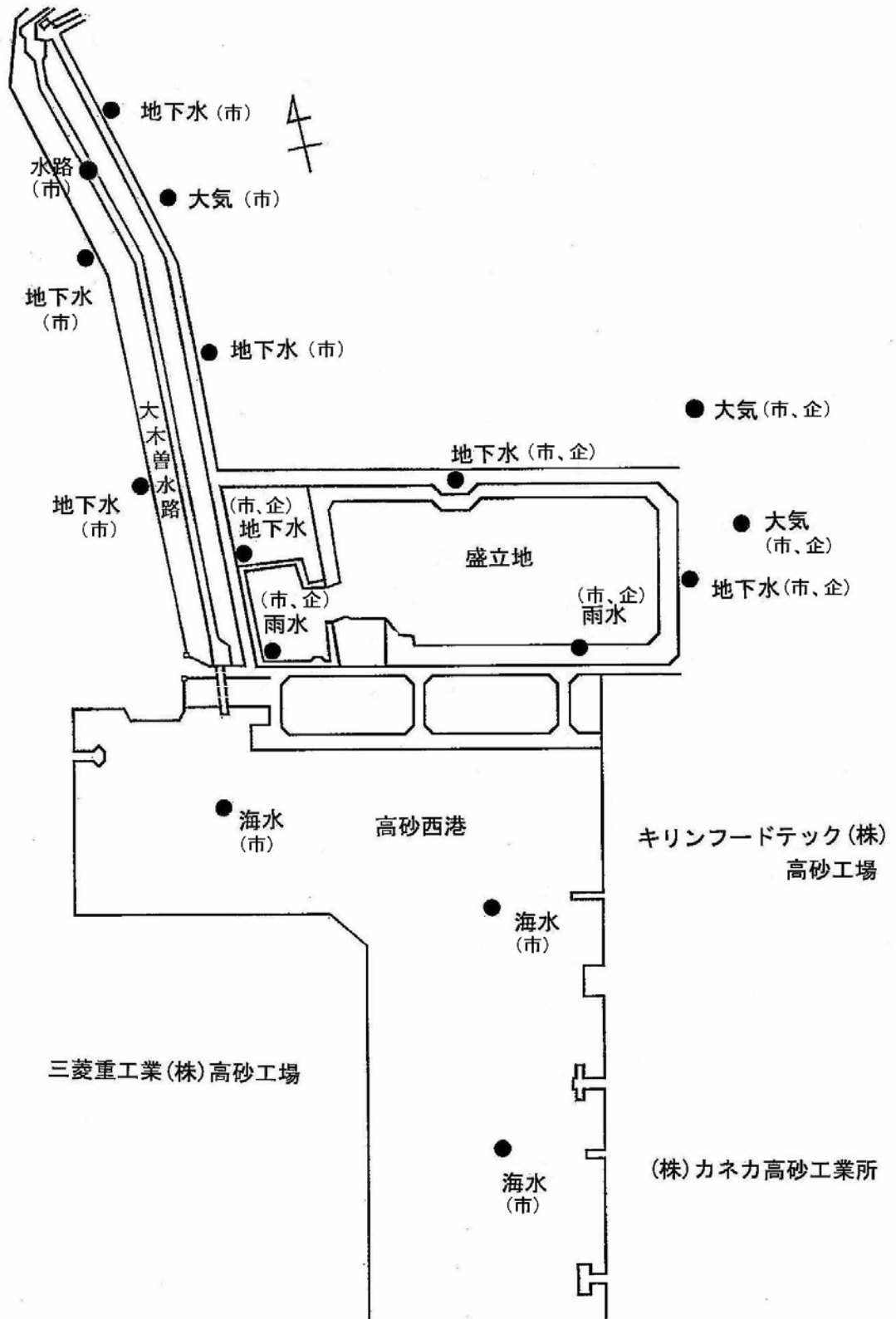
調査内容は 盛立地周辺の水路 1 地点、雨水 2 地点、地下水 7 地点、大気 3 地点、高砂西港内の水質 3 地点であり、その結果は、すべて定量下限値 (水質 : 0.0005mg/L、大気 : 0.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 未満であった。

② 関係企業による PCB 調査

(株)カネカ及び三菱製紙(株)は「高砂西港盛立地の管理に関する確約書」に基づき、昭和 52 年度から現在に至るまで、年 2 回盛立地周辺の雨水 2 地点、地下水 3 地点、大気 2 地点で周辺環境調査を実施している。(調査地点は図 3. 2-1)

その結果は、すべて定量下限値 (水質 : 0.0005mg/L、大気 : 0.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 未満であった。

図 3.2-1 高砂市、関係企業 PCB 調査位置図



2) 今回の調査結果

① PCB含有固化土及び覆土のPCB分析結果

現在の盛立土中のPCB濃度を確認するため、今回実施したボーリングにより採取したPCB固化土及び覆土中のPCBを分析した。

第1期工事部分の、PCB溶出量(※1)は0.0006~0.0024mg/L、PCB含有量(※2)は280~470mg/kgであった。

同様に第2期工事部分のPCB溶出量は定量下限値未満、PCB含有量は22~31mg/kgであった。

なお、覆土については、溶出量、含有量とも定量下限値未満であった。

表 3.2-1 PCB含有固化土及び覆土のPCB分析結果

ボーリングポイント	分析箇所	溶出量 (mg/L)	含有量 (mg/kg)
南西側法面部	覆土	ND	ND
	第2期工事部分 PCB含有固化土	ND	22
	第1期工事部分 PCB含有固化土	0.0006	280
南東側法面部	覆土	ND	ND
	第2期工事部分 PCB含有固化土	ND	31
	第1期工事部分 PCB含有固化土	0.0024	470

注) ND : PCB溶出量定量下限値(0.0005mg/L)未満、PCB含有量定量下限値(0.05mg/kg)未満

※1 PCB溶出量分析 : 平成15年環境省告示第18号による。

溶出試験 : 水と対象土壌を混ぜ、6時間振とうし、溶け出したPCBを測定する試験をいう。

※2 PCB含有量分析 : 底質調査方法(昭和63年環水管第127号環境庁水質保全局長通知)による。

含有試験 : 対象土壌をアルカリにて1時間分解した後、溶媒と混合し、PCBの全量を測定する試験をいう。

② 盛立地周辺のPCB分析結果

周辺土壌へのPCBの漏洩の有無を確認するため、盛立地周辺で今回実施したボーリングにより採取した深度別の土壌についてPCB分析(溶出試験及び含有試験)を行った。

その結果(表3.2-2)は、いずれの深度でも定量下限値未満であった。

第2期工事終了後実施されてきた周辺地下水のモニタリング調査でもPCBは検出しておらず、地下水を通じての周辺環境への漏洩がないことを再確認した。

表 3.2-2 盛立地外周部の PCB 分析結果

試料採取位置	北西外周 部	北東外周 部	東側外周 部	南東外周 部	南西外周 部	西側外周 部
試料数	5	4	8	8	8	8
PCB 溶出量 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
試料数	3	1	5	4	3	6
PCB 含有量 mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND

注) ND : PCB 溶出量定量下限値(0.0005mg/L)未満、PCB 含有量定量下限値(0.05mg/kg)未満

(4) まとめ

盛立土の上面、法面ともにアスファルトで被覆されている。

また、盛立土は、地面よりさらに上部に盛り立てられていることから、地下水と接触することはない。

さらにこれまでの周辺環境調査、今回の盛立土法面覆土調査及び周辺ボーリング土壌調査において PCB は検出されていない。

このように、盛立土から周辺への PCB の漏洩が認められないこと、PCB 含有固化土の上面、法面及び下面が遮水されていることから、現時点において PCB の漏洩の可能性はない。

3.3 盛立地の構造面の検討結果 (添付資料 3 参照)

盛立地は、現在まで安定を保っており、問題は生じていないが、今回、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」((社)日本港湾協会)などに基づき、地震、液状化、高潮、大雨などの自然災害が発生した場合を想定して盛立地の安定性を検討した。

(1) 盛立土のすべり

通常時には盛立土にすべりは生じない。

また、地震時においても液状化が起これなければ、盛立土にすべりは生じないことが判明した。

一方、液状化判定の結果、内陸直下型やプレート型の大規模地震(兵庫県地域防災計画で震度 6 強が想定されている山崎断層地震など)が起こった場合は、盛立土下部及び周辺地盤は液状化の可能性が高いことが判明した。

この場合、盛立土法面肩部から法先部にかけてすべりが生じる可能性があることが判明した。ただし、水際線から離れていること及び液状化しやすい厚さ5m以上の地層が連続していないため、液状化によって起こる地盤流動により盛立地が受ける影響は小さいと判断した。

(2) 盛立地の沈下

現在、盛立土の施工後30年が経過していること、及び今回実施した測量結果などから、盛立地の圧密沈下は既にほぼ完了していると判断できる。このために、残留沈下はほとんどなく、将来の不等沈下を考慮する必要はないと考えられる。

(3) 津波時の盛立地の安全性

盛立地は、播磨灘に面しており、外洋で発生した津波の影響は小さい。兵庫県沿岸域における津波被害想定調査報告書(平成13年3月)によると当該地区の津波高さはTP(東京湾平均海面)+1.8mが想定されているのに対し、盛立地周辺地盤高さは概ねTP+4~5mである。津波時の予想津波高さと盛立地の地盤高さを比較検討し、安全であることを確認した。

(4) 高潮時の盛立地の安全性

高潮ハザードマップ(平成18年3月兵庫県)によると当該地区の高潮潮位はTP+4.2mが想定されているのに対し、盛立地周辺地盤高さがTP+4.2mより低いところは、西側道路沿いの法尻部のみであった。西側道路沿いの最も低い地点でTP+4.03mであるので、最大浸水深さは17cm、流速は0.2~0.5m/秒と推定されることから、法面覆土が大きく浸食される心配もなく、安全と考えられる。

(5) 大雨時の盛立地の安全性

盛立地は、雨水を早期に排除できる構造となっており、形状や排水勾配を考慮すると当該地区の100年確率降雨強度の降雨(66.2mm/時)によって法面覆土が浸食される可能性はないことが判明した。

一方、高潮と大雨が同時に起こった場合は、盛立地内の排水路が水没するため、盛立土周辺の法面の一部が冠水することが想定されるが、盛立土覆土が冠水することはないことが判明した。

これらのことから大雨時についても、安全と考えられる。

(6) 擁壁の安定性

当時の設計資料を現在の「道路土工擁壁工指針」((社)日本道路協会)に基づき検討したところ、通常時は、敷地西側・北側の擁壁は問題ないことが確認されたが、東側擁壁については、鉄筋が不足していることが判明した。

また、地震時は、敷地西側・北側擁壁について地盤の支持力が不足していることが判明した。

なお、南側擁壁については、通常時、地震時においても問題がないことを確認した。

なお、擁壁が破損した場合の土砂崩壊範囲は、擁壁の背後6mまでであり、擁壁から盛立土までは16m以上離れていることから、擁壁が破壊しても直接盛立土に影響はない。ただし、土砂崩壊の拡大を防ぐための応急処置として、崩壊土砂を除去し、斜面を土嚢及び遮水性シートで保護するなどの対策を速やかに講じることが必要であり、そのための、擁壁の変化の状態を早期に検知し、応急措置をとるための体制を整えておく必要がある。

(7) まとめ

検討の結果、盛立土は、地震(液状化が起こらない場合)、津波、高潮、大雨に対して安全であることを確認した。しかし、大規模な地震により液状化が起こった場合には、盛立土の一部が崩壊することが判明した。

また、盛立地最外周部の一部擁壁については、破損する可能性があることが判明したが、擁壁の破損は小規模で影響範囲が限定的であることから、盛立土本体の安全性に影響を与えるものではない。

4 今後の対策と課題

これまでの継続的な周辺環境のモニタリング及び今回の追加調査により、周辺環境へのPCBの漏洩がないこと、地震(液状化が起こらない場合)、津波、高潮、大雨に対して安全であることを確認した。

委員会では、将来にわたって盛立地の安全性をより確実にするための方策を検討した。

恒久対策として、「全量撤去対策」、「現地分解処理対策」及び「現地封じ込め対策」について、次の3つの視点から整理した。

- ① 確立された技術であり、盛立地の対策として適用可能であること。
- ② 周辺への影響が小さいこと。
- ③ 実現性が高いこと。

なお、最外周部の擁壁の補強については、周辺の道路交通の安全を守るという観点から、いずれの恒久対策をとる場合でも必ず実施すべき対策である。

4.1 擁壁補強

盛立地最外周部の一部擁壁については、安定性を確保できていないことが判明したが、破損しても盛立土の安全性に影響を与えることはない。

ただし、隣接する道路の安全性を確保する観点から、補強を行う必要がある。

この補強工事は、どのような恒久対策をとる場合も実施されるべきである。

(1) 工事内容

当時の設計資料及び土質調査結果を用いて最外周の擁壁の安定性について、「道路土工擁壁工指針」に基づき検討した。

この結果、東側擁壁は、鉄筋が不足していることが判明した。

さらに地震時には、敷地西側・北側擁壁について地盤の支持力が不足していることが判明した。

このため、隣接道路の安全性を確保するため、補強を行う必要がある。

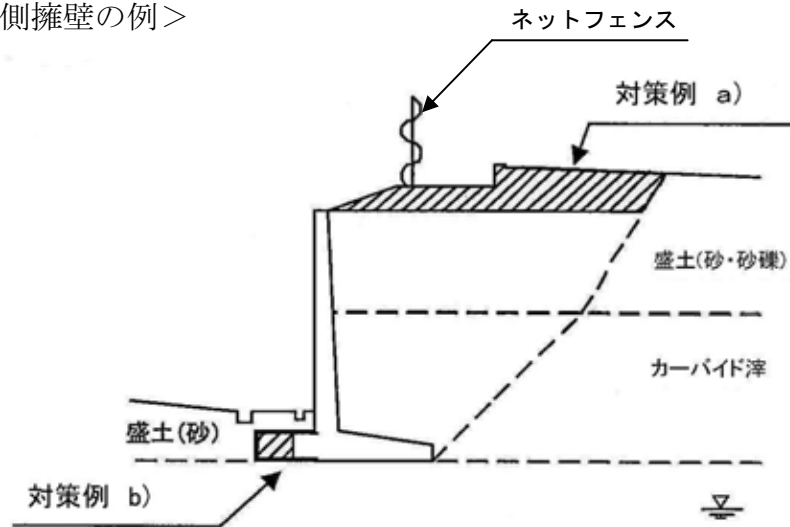
西側、北側擁壁の補強例としては、a) 擁壁背後の土砂を除去する、b) 底版を延長するなどが考えられる。

東側擁壁の補強例としては、a) 擁壁背後の土砂を除去する、c) 水路の蓋を固定して梁機能をもたせる、d) コンクリートを増し打ちするな

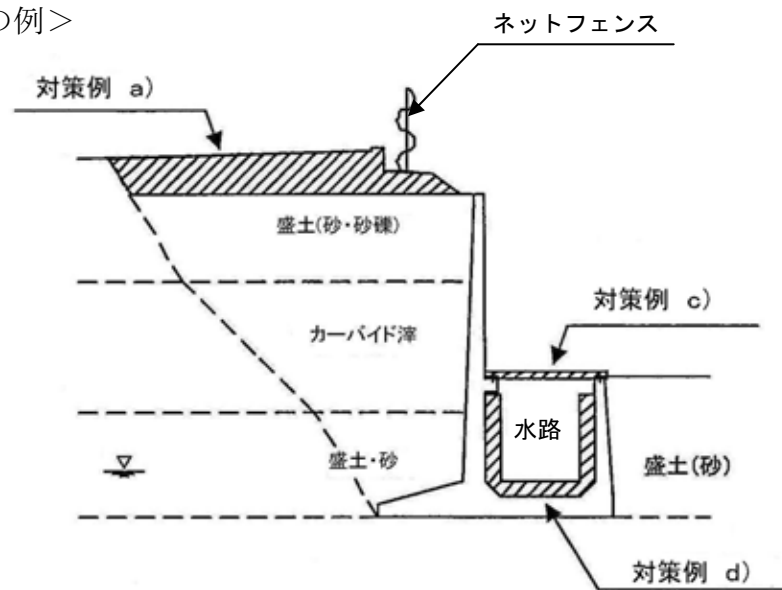
どが考えられる。

なお、対策の実施のために、さらに詳細な調査が必要である。

<西側・北側擁壁の例>



<東側擁壁の例>



(2) 検討課題

擁壁補強は通常技術で対応できるが、工事に際しては PCB 盛立土に影響を与えないよう慎重に行う必要がある。また、補強が施されるまでの間、擁壁の変化の状態を早期に検知し、応急措置をとるための体制を整えておく必要がある。

(3) 工期及び概算事業費

工期及び概算事業費は次のとおりである

① 工期

1年

内訳

- ・ 準備工事 : 5ヶ月
- ・ 擁壁補修工事 : 7ヶ月

② 概算事業費

2億円

表 4.1-1 擁壁補強の概算事業費

工事内容	概算見積条件	概算事業費
擁壁補強工事	擁壁補強： 仮設フェンス、北側・東側・西側擁壁の底版コンクリート増し打ち工事など	2億円

4.2 恒久対策と検討事項

考えられる各恒久対策（表 4.2-1）について、工法の実用化レベルや実績、工事中の PCB 漏洩に対する安全性の確保などについて検討するとともに、参考として工期及び事業費を試算した。（表 4.2-2）

表 4.2-1 恒久対策の一覧

検討対策	A 全量撤去		B 現地分解処理	C 現地封じ込め	
	A 1 撤去＋分解処理＋埋め立て	A 2 撤去＋埋め立て	B 現地分解処理＋埋め戻し（又は搬出）	C 1 上部被覆	C 2 上部被覆＋遮水性地下土留め壁
対策の概要	盛立土を全量搬出し、別の場所で分解処理し、埋め立てる。	盛立土を全量搬出し、別の最終処分場に直接埋め立てる。	盛立土を掘削し、近傍で分解処理した後、現地に埋め戻す。（又は別の最終処分場に埋め立てる。）	遮水シート、不織布などにより盛立土の上部の遮水工事を行う。	盛立地周辺に地下安定地盤までの遮水性地下土留め壁工事を行う。

表 4.2-2 工期及び事業費の試算方法

項目	算出方法
工期	各対策について、対策工事の概略の手順を設定して工期を試算した。事業実施に必要な手続き、関係者との協議に要する期間は含めずに工期を試算した。
事業費	各対策について、実績及び公表データなどから事業費を試算した。

4.3 盛立地の恒久対策と課題

4.3.1 A1 全量撤去＋分解処理方式

盛立土全量を現地から撤去し、大量の PCB 含有固化土を分解処理できる受け入れ先へ搬出し、分解処理する方法である。

(1) 工事内容

盛立土の掘削場所を覆蓋し、全量を掘削して場外へ搬出し、分解処理できる施設を保有する事業場に持ち込んで土壤汚染対策法の指定基準値以下まで分解処理する。

(2) 検討課題

① 受入先分解処理施設の確保

この対策を採用するためには、PCB を含有している大量の盛立土 (283,000m³) を分解処理することができる実用規模の既存施設の存在が前提となる。

しかし、現時点で大規模の分解処理施設は稼働していない。

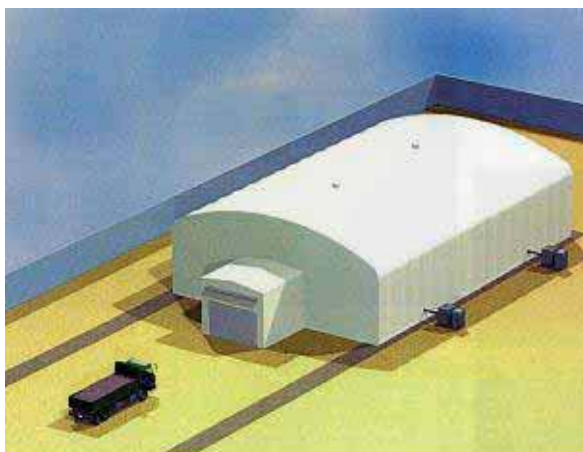
(分解処理施設については、B 分解処理＋現地埋め戻し (又は搬出) 方式を参照)

② 工事期間中の環境対策

盛立土を掘削し、分解処理施設へ運搬する際に、掘削した盛立土の表面が乾燥し、粉じんが周辺へ飛散することが考えられる。

また、台風や降雨の対策として、盛立土掘削作業場所を強固なテントなどにより覆蓋し、高性能の大容量集じん機を設置する必要がある。

図 4.3.1-1 掘削場所覆蓋イメージ図



③ 盛立土の運搬

掘削した盛立土は、有蓋ダンプ車など密閉構造の車両にて輸送を行う必要がある。

図 4.3.1-2 有蓋ダンプ車 10 トン車



(3) 工期及び概算事業費

工期及び概算事業費は次のとおり。

① 工期

20年

内訳：

- ・飛散防止工事など 1年
- ・搬出（搬出量 283,000m³） 17年
（搬出先 300km 圏、受け入れ能力 100 トン/日として、有蓋 10 トントラックで 250 日/年稼動で搬出した場合を想定した。）
- ・施設建設 2年

② 概算事業費

1,570 億円

表 4.3.1-1 A 1 (全量撤去+分解処理方式) の概算事業費

工事内容	概算見積条件	概算事業費
1 掘削、搬出	移動式テント 40m×40m×2 基、集じん機 (1,200m ³ /分) ×2 基、アスファルト撤去、掘削・場内運搬、事前土壌分析、10 トンダンプトラック×10 台=100 トン/日場外搬出	350 億円
2 分解処理	分解処理施設 600 億円、分解処理費 600 億円。(環境対策、環境監視、分析費を含む。)	1,200 億円
3 分解処理土の埋め立て	分解処理土搬出費、埋め立て処分費	20 億円
概算事業費総額		1,570 億円

(4) 対策後のモニタリング

盛立土を全量撤去するので、現地でのモニタリングは不要となる。

4.3.2 A2 全量撤去＋直接埋め立て処分方式

盛立土全量を現地から撤去し、直接最終処分場へ搬入する方法である。

(1) 対策工事内容

盛立土の掘削場所を覆蓋し、全量を掘削して場外へ搬出し、最終処分場へ持ち込んで埋め立て処分する。

(2) 検討課題

① 受け入れ先の確保

この対策を採用するためには、分解処理をしない PCB 含有固化土を大量に受け入れできる最終処分場の確保が課題となる。

また、埋め立て処分先として検討した「大阪湾広域臨海環境整備センター」の最終処分場は、高濃度の PCB を含有する土壌の搬入を想定しておらず、高濃度の PCB を含有した固化土を受け入れできる設備を有していない。

② 工事期間中の環境対策

A1（全量撤去＋分解処理方式）と同じ対策が必要。

(3) 工期及び概算事業費

工期及び概算事業は次のとおり。

① 工期

10年

内訳：

- | | |
|---------------------------------|----|
| ・飛散防止工事など | 1年 |
| ・搬出（搬出量 283,000m ³ ） | 9年 |

（受け入れ能力 200 トン/日として、有蓋 10 トントラック 20 台/日×250 日/年で搬出した場合を想定した。）

② 概算事業費

400 億円

表 4.3.2-1 A2 (全量撤去+直接埋め立て処分方式) の概算事業費

工事内容	概算見積条件	概算事業費
1 掘削、搬出	A1 対策と同じ	350 億円
2 埋め立て	「大阪湾広域臨海環境整備センター」 と仮定した場合	50 億円
概算事業費総額		400 億円

(4) 対策後のモニタリング

盛立土を全量撤去するので、現地でのモニタリングは不要となる。

図 4.3.2-1 大阪湾広域臨海環境整備センター
神戸沖埋め立て処分場



出典：大阪湾広域臨海環境整備センターホームページ

4.3.3 B 分解処理＋現地埋め戻し(又は搬出)方式

現在の盛立地近傍において、盛立土を土壤汚染対策法の指定基準値以下まで分解処理し、現地へ埋め戻し又は場外に搬出し、最終処分場で埋め立て処分を行う。

そこで、現在の分解処理技術の開発状況や実績のほか、掘削、分解処理中の環境を検討するとともに工期及び事業費について試算した。

(1) 工事内容

現地近傍に分解処理施設を設置し、掘削場所を覆蓋する。

盛立土を掘削して分解処理施設まで運搬し、盛立土を土壤汚染対策法の指定基準値以下まで分解処理する。分解処理された盛立土は、再度現地に埋め戻すか、又は最終処分場へ搬出する。

① 分解処理施設の建設

PCB 含有固化土を土壤汚染対策法の指定基準値以下に分解処理する方法を選定し、施設を建設する。

現在開発されている分解処理方法を表 4.3.3-1 に示す。

表 4.3.3-1 PCB 汚染土壤等処理技術の開発

分解処理方法	概要
還元加熱分離法+金属ナトリウム分散体法	汚染土壤を窒素雰囲気下で間接加熱(500~600℃)し、ガス化により PCB を分解・分離する。さらに金属ナトリウム分散体により脱塩素化する。
間接熱脱着+水蒸気分解法	汚染土壤を間接加熱(400~700℃)し、ガス化により PCB を分解・分離する。さらに水蒸気雰囲気下で間接加熱(1100℃以上)により加熱分解する。
高温分解・焼成処理法	汚染土壤を高温乾燥処理(800~900℃)し、ガス化により PCB を分解・分離する。 さらにガスを 2 次燃焼(1100℃以上)にて加熱分解する。
減圧還元加熱処理法	汚染土壤を還元熱処理(600℃)し、還元脱塩素分解及びガス化により PCB を分解・分離する。さらにガスを 2 次燃焼(1100 度以上)にて加熱分解する。
間接加熱酸化分解法	汚染土壤を間接加熱(450~600℃)し、PCB を脱塩素化・分解する。
水洗分解処理法	汚染土壤に水と空気を加え洗浄することにより PCB を分離・濃縮する。さらに高温分解法で熔融分解する。
湿式酸化ラジカル法	汚染土壤スラリーを加温加圧下(150~200℃、1~2MPa)で水に溶出させ、OH ラジカルにて酸化分解する。
溶剤抽出法	汚染土壤中の PCB を溶剤により抽出し、浄化する。分離した PCB は別途処分する。
高温分解法	PCB に汚染された土壤等に電気を流すことによって高温熔融(1,600℃以上)し、有害物を分解・無害化する。

(2) 検討課題

① PCB 汚染土壌の分解処理の実績

全国の汚染土壌処理事例を調査したところ、現時点では、小規模な分解処理施設の事例（10m³/日未満）はあるが、今回のような大量の PCB 含有固化処理土を処理した事例はない。

表 4.3.3-2 汚染土壌分解処理事例

処理場所	対象土壌	処理量 (トン)	完了 年月	分解方法
和歌山県 橋本市	ダイキシン 汚染土壌	3,900	H16.9	高温分解
東京都 大田区大森	ダイキシン 汚染土壌	1,500	H18.3	溶剤抽出
大阪府 能勢町	ダイキシン 汚染土壌	9,000	H18.12	間接熱脱着+ 高温分解

② 工事期間中の環境対策

盛立土を掘削し、分解処理施設へ運搬する際に、掘削した盛立土の表面が乾燥し、粉じんが周辺へ飛散することが考えられる。

また、台風や降雨の対策として、盛立土掘削作業場所を強固なテントなどにより覆蓋し、高性能の大容量集じん機を設置する必要がある。

また、分解処理施設から排出される排ガスなどについては、活性炭などによる高効率の処理装置が必要となる。

③ PCB などの分析

工事期間中は、排ガスや周辺環境のモニタリングを適切に実施する必要がある。

分解処理施設を適正に運転するため、処理前処理後の PCB 含有量を適切な頻度で把握する必要がある。

(3) 工期及び概算事業費

工期及び概算事業費は次のとおり。

① 工期

20年

内訳：

- ・実証試験と技術の選定 1年
- ・施設建設 (10トン/日×10基) 2年
- ・分解処理 (処理量 283,000m³) 17年

② 概算事業費
1,500億円

表 4.3.3-3 B (分解処理+現地埋め戻し(又は搬出)方式)の概算事業費

工事内容	概算見積条件	概算事業費
1 掘削・埋め戻し(又は搬出)	移動式テント 40m×40m×2基、集じん機 (1,200m ³ /分)×2基、アスファルト撤去、掘削、場内運搬、事前土壌分析、埋め戻し工事(又は搬出)	300億円
2 分解処理	分解処理施設 600億円、分解処理費 600億円。(環境対策、環境監視、分析費を含む。)	1,200億円
概算事業費総額		1,500億円

(4) 対策後のモニタリング

盛立土は全量分解処理されているので、対策後のモニタリングは不要である。

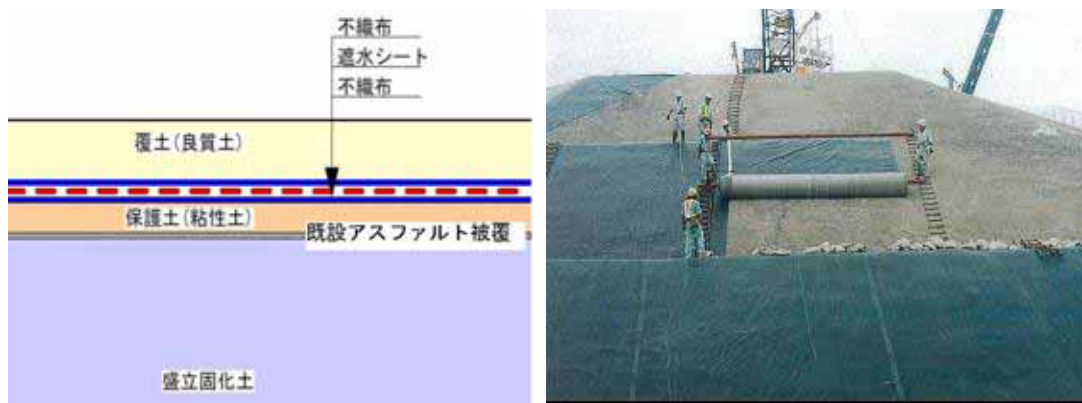
4.3.4 C1 上部被覆方式

盛立土上部(周囲の法面を含む。)には、現状でも覆土及びアスファルト被覆が施されており、その安全性を確認しているが、さらに盛立土の遮水効果を高め、封じ込め効果を確実にすることができる。

(1) 工事内容

盛立土と外部との遮断を将来にわたって確実なものとするために、図4.3.4-1に示すとおり、現在のアスファルト被覆上を保護土で覆い、その上を不織布と遮水シートで覆い、さらに1m程度覆土する方法などがある。

図 4.3.4-1 被覆構造と被覆工事の事例



(2) 検討課題

① 保守点検

不織布及び遮水性シートの選定など上部被覆の構造設計に当たっては、日常点検の方法や、災害、劣化などにより破損が生じた場合の補修方法に配慮する必要がある。

② 地震などについて

上部被覆対策のみを実施する場合は、盛立地の下層地盤が液状化するような大規模地震(震度6強)が発生した時には、盛立土の地斜面の一部が崩落する可能性がある。

(3) 工期及び概算事業費

工期及び概算事業費は次のとおりである。

① 工期

2年

内訳

- ・準備工事 : 5ヶ月
- ・上部被覆工事その他関連工事 : 17ヶ月
- ・片付工事 : 2ヶ月

② 概算事業費

40億円

表 4.3.4-1 C1 (上部被覆方式) の概算事業費

工事内容	概算見積条件	概算事業費
上部被覆工事	覆土、シート設置、排水工事ほか	40億円

(4) 対策後のモニタリングなど

対策後は、現状よりさらに安全性が高められるが、適切な頻度でモニタリングを継続する必要がある。

また、新たに設置する上部被覆シートなどを含め、適切に管理していく必要がある。

4.3.5 C2 上部被覆+遮水性地下土留め壁方式

盛立地の安全性の検証により、現状の盛立地の構造では大規模な地震時に液状化が起こった場合には課題があることが判明した。

そのため、ここでは、現状の盛立地の液状化に対する対策と地下地盤の遮水性を確保する対策を同時に検討した。

(1) 対策工事内容

上部被覆については、4.3.4と同様の内容とする。

さらに遮水性地下土留め壁を盛立土の周囲に施工することにより、液状化対策及び盛立土の遮水性を高める対策となる。

大規模な地震により液状化が起こった場合、盛立土肩部から盛立土法面にかけてすべり現象が発生する可能性が高いため、これを防止する対策として、遮水性地下土留め壁を盛立土周囲の地下地盤に施工することが有効と考えられる。遮水性地下土留め壁の構造は、例えば、SMW工法（ソイルセメント壁工法）では、下図のように地中にセメントミルクを注入しながら掘削した穴にH鋼を挿入して連続壁を形成するものである。

図 4.3.5-1 遮水性地下土留め壁工事のイメージ図



(2) 検討課題

① 上部被覆工事

C1と同じ。

② 遮水性地下土留め壁工事

遮水性地下土留め壁を設計施工するに当たっては、土質定数のために振動三軸試験を実施し、液状化時の対策のために地震応答解析やすべり変形解析を実施するなどさらに詳しく調査する必要がある。

(3) 工期及び概算事業費

工期及び概算事業費は次のとおりである。

① 工期

2年

内訳

- ・準備工事 : 5ヶ月
- ・遮水性地下土留め壁工事及び
上部被覆工事その他関連工事 : 17ヶ月
- ・片付工事 : 2ヶ月

② 概算事業費

75億円

表 4.3.5-1 C2（上部被覆＋遮水性地下土留め壁方式）の概算事業費

工事内容	概算見積条件	概算事業費
1 上部被覆工事	覆土、シート設置、排水工事ほか	40億円
2 遮水性地下土留め 壁工事	遮水性地下土留め壁工事	35億円
概算事業費総額		75億円

(4) 対策後のモニタリングなど

対策後は、現状よりさらに安全性が高められるが、適切な頻度でモニタリングを継続する必要がある。

また、新たに設置する上部被覆シートなどを含め、適切に管理していく必要がある。

恒久対策一覧

	A 全量撤去対策		B 現地分解処理対策	C 現地封じ込め対策		擁壁補強
	A1 全量撤去+分解処理方式	A2 全量撤去+直接埋め立て処分方式	B 分解処理→現地埋め戻し(又は搬出)方式	C1 上部被覆方式	C2 上部被覆+遮水性地下土留め壁方式	いずれの対策にも必要
事業概要	・盛立土を全量搬出し、別の場所で分解処理する。	・盛立土を全量搬出し、別の最終処分場に直接埋め立てる。	・現地近傍に分解処理施設を設置し、盛立土を全量掘削し、分解処理施設で環境基準値以下のレベルまで分解処理する。 ・処理後は、再び現地に埋め戻す。(又は搬出)	・盛立土へ雨水の浸入を防止するため、遮水シート、不織布等により、盛立土の上部(周囲の法面含む)に遮水工事を行う。	・C1の上部被覆に加えて、盛立土周囲の地下地盤に遮水性地下土留め壁工事を行う。	・盛立地の周辺に設置されている擁壁の一部で、通常時でも強度が不足している箇所の補強を行う。 ①背面土砂の除去による土圧低減 ②コンクリート増打ちあるいは底版の延長 ③上記①②の組み合わせ
1 対策技術の現状	・盛立土を掘削搬出する技術については土壤汚染対策工事等多くの実績があり技術的な課題はない。 ・分解処理技術については、汚染土壌の小規模な処理設備はあるが、大規模な処理施設は稼働していない。	・盛立土を掘削搬出する技術については、A1と同じ。 ・受入先の有無を事前に調査する必要がある。	・汚染土壌の小規模な処理設備はあるが、大規模な処理施設は稼働していない。 また、固化処理土では、実証実験の実施例がない。	・遮水工事は、最終処分場の遮水対策など多数の実績がある。	・遮水性地下土留め壁は、護岸工事、地下構造物築造工事、最終処分場遮水工事など、日本全国で多数の実績があり、技術的な課題はない。 ・遮水性地下土留め壁を施工するに当たっては、さらに詳細に解析等を行う必要がある。	・多数の実績があり、技術上の課題はない。
2 工期	20年 1. 飛散防止工事等:1年 2. 掘削・搬出:17年(100トン/日で想定) 3. 施設建設:2年	10年 1. 飛散防止工事等:1年 2. 掘削・搬出:9年(200トン/日で想定)	20年 1. 実証試験と技術の選定:1年 2. 施設建設:2年 3. 分解処理:17年	2年 1. 上部被覆工事:2年	2年 1. 遮水性地下土留め壁工事:2年 (上部被覆工事も同時施工可能)	1年 1. 準備工事:5ヶ月 2. 補強工事:7ヶ月
3 事業費の試算(概算)	1,570億円 (内訳) 1. 掘削・運搬費:350億円 2. 処理施設償却費:600億円 3. 分解処理費:600億円 4. 埋立て処分費:20億円	400億円 (内訳) 1. 掘削・運搬費:350億円 2. 埋立て処分費:50億円	1,500億円 (内訳) 1. 掘削盛立て費等:300億円 2. 処理施設建設費:600億円 3. 分解処理費:600億円 《参考》 北九州PCB廃棄物処理施設の建設費 約300億円(5t/日) 60億円/t	40億円 (内訳) 1. 上部被覆工事費:40億円	75億円 (内訳) 1. 上部被覆工事費:約40億円 2. 遮水性地下土留め壁工事費:35億円	2億円 (内訳) 1. 擁壁補強工事費:2億円
4 総合評価	・盛立土の掘削を行うため、掘削中に長期にわたりPCB含有固化土由来の粉じん等の周辺環境への飛散リスクが継続する。 ・場合によっては、近隣住民の移転等が必要である。 ・受け入れ可能な施設の確保が課題である。	・盛立土の掘削を行うため、掘削中に長期にわたりPCB含有固化土由来の粉じん等の周辺環境への飛散リスクが継続する。 ・場合によっては、近隣住民の移転等が必要である。 ・受け入れ可能な最終処分場の確保が課題である。	・工期が長期にわたるため、別途対策が必要である。(大規模地震時の液状化対策工事などを事前に実施しておく必要がある。) ・盛立土の掘削を行うため、掘削中及び処理施設での処理中に長期にわたりPCB含有固化土由来の粉じん等の周辺環境への飛散リスクが継続する。 ・場合によっては、近隣住民の移転等が必要である。 ・大規模処理施設の建設が必要。 ・処理施設の設置場所の用地確保が必要。 ・PCB含有固化土の処理実績はない。	・盛立土の掘削がないため、PCB含有固化土由来の粉じん等が飛散するリスクはない。 ・工事終了後、モニタリングと適切な管理が必要である。 ・震度6強の大規模地震時には、地盤が液状化して盛立地斜面に滑りが生じる可能性がある。	・盛立土の掘削がないため、PCB含有固化土由来の粉じん等が飛散するリスクはない。 ・工事終了後、モニタリングと適切な管理が必要である。 ・盛立地の地下地盤が液状化した場合でも、盛立土の滑りを防止し、盛立土の封じ込め効果が高く、万が一のPCB漏洩にも対応できる。	・外周道路に対する安全対策 ・補強が施されるまでの間、擁壁の点検や応急措置をとるための体制が必要。
5 積算の前提条件	・搬出は、10トンダンプトラック10台/日。 ・搬出日数は、250日/年(土日祝除く) ・盛立土の数量は283,000m ³ とする。 ・盛立土はH17環境省公募PCB処理法等で分解処理できるものとする。 ・処理費はダイオキシン汚染土壌処理実績およびH17環境省公募処理法公開資料から試算。 ・盛立土掘削箇所に粉じん飛散防止のための仮設テントを設置できるものとする。 ・盛立土の単位体積重量は1.5t/m ³ とする。掘削、分解処理についてはBに同じ。	・盛立土の数量はA1と同じ。 ・搬出は、10トンダンプトラック20台/日。 ・搬出日数は、250日/年(土日祝除く) ・盛立土は管理型処分場で埋立処分できるものとする。	・盛立土の数量は283,000m ³ とする。 ・盛立土はH17環境省公募PCB処理法等で分解処理できるものとする。 ・処理能力は、10t/日規模の施設を10台設置し、365日24時間連続運転で稼働効率を7割として想定。 ・処理費はダイオキシン汚染土壌処理実績およびH17環境省公募処理法公開資料から試算。 ・盛立土掘削箇所に粉じん飛散防止のための仮設テントを設置できるものとする。 ・分解処理前の土壌分析は、PCB溶出・含有を100t当り1検体とする。 ・分解処理後の土壌分析は、土壤汚染対策法の指定基準項目すべての溶出とPCB含有を100t当り1検体とする。 ・盛立土の単位体積重量は1.5t/m ³ とする。	・上部被覆の面積は55,436m ² とする。 ・上部被覆の構造は、盛立土上の既設アスファルトの上に、下から順番に保護土(粘性土)0.75m、不織布、遮水シート、不織布、良質土とする。 ・盛立地天端面の覆土はTP+14mまでとする。	・上部被覆の面積、構造等はC1と同じ ・遮水性地下土留め壁の全延長は1,250mとする。 ・遮水性地下土留め壁の構造は、φ850、L=18mのソイルセメント壁とする。	・擁壁解体時の掘削残土は一般残土として処分できるものとする。 ・盛立地東側、北側及び西側の擁壁の底版にコンクリート増打ち等を実施する。

【添付資料】

- 1 盛立地の周辺環境調査結果
- 2 土質調査資料
 - (1) 盛立地平面図(1/1, 500)
 - (2) 盛立地土層断面図(1/1, 500)
- 3 安定性検討資料
 - (1) 安定性検討の概要
 - (2) 盛立土（固化処理土、覆土）のすべり検討
 - (3) 擁壁の検討
 - (4) 擁壁の検討結果
 - (5) 液状化の検討
 - (6) 液状化時の現象
 - (7) 沈下の検討
 - (8) 津波に関する検討
 - (9) 大雨に関する検討（排水能力、流域図）