

堺市北部地域整備事務所

アスベスト飛散の検証に関する報告書

令和3年4月

堺市

目次

はじめに

第1章 事故の概要について	・	・	・	P1
1 改修工事の概要	・	・	・	P1
2 事故の概要	・	・	・	P1
3 事故後の主な経過及び対応	・	・	・	P5
第2章 アスベスト飛散の検証について	・	・	・	P7
1 有識者等による懇話会の設置	・	・	・	P7
2 煙突内部調査について	・	・	・	P9
3 隣接保育園園庭の大気測定結果について	・	・	・	P10
第3章 アスベスト飛散事故の推定曝露量の算出	・	・	・	P11
1 事故後の確認内容	・	・	・	P12
2 実証検査状況及び結果	・	・	・	P14
3 事故当時の作業状況と実証検査との関連性	・	・	・	P25
4 飛散拡散解析等の条件設定	・	・	・	P27
5 飛散拡散解析の解析条件	・	・	・	P43
6 解析入力データ	・	・	・	P45
7 アスベスト濃度分布	・	・	・	P51
8 アスベスト曝露量推計にあたっての前提条件の整理	・	・	・	P52
9 アスベスト曝露量の算出結果	・	・	・	P57
第4章 アスベスト飛散事故における健康リスク評価	・	・	・	P58
1 アスベストによる健康障害	・	・	・	P59
2 リスクの判断基準について	・	・	・	P59
3 リスク評価に用いる評価値について	・	・	・	P59
4 年齢による評価値の補正について	・	・	・	P60
5 リスク評価結果及び見解	・	・	・	P61
第5章 アスベスト飛散事故での課題に対する再発防止策及び今後の対応について	・	・	・	P64
1 今後の対応策	・	・	・	P64
2 課題及び再発防止策	・	・	・	P65
おわりに	・	・	・	P66
用語集	・	・	・	P67

はじめに

平成 28 年 6 月 18 日、本市が発注した堺市北部地域整備事務所外壁改修外工事に起因しアスベスト飛散事故(以下、「本事案」という。)が発生しました。

このことにより、隣接施設利用者や周辺住民の皆様にご不安を与え、ご迷惑をお掛けしましたことについてお詫びいたします。

本事案により隣接施設利用者や周辺住民等に対するアスベストの「ばく露の可能性と範囲」及び「健康リスク」について科学的に検証を行い、今後の市の対応につなげるため、アスベストの学識経験者等 4 名で構成する「堺市北部地域整備事務所アスベスト飛散の検証に関する懇話会」(以下、「懇話会」という。)を設置し、事故に対しての検証を行い隣接施設利用者や周辺住民の方及び本市職員に対して、どのような影響があったのかについて、アスベストに関する有識者から意見を頂き、健康に対するリスクの評価を行いました。

その評価結果は、何らかの対策をとるべきであると判断される生涯過剰発がんリスクを大きく下回っており、現時点では健康面での経過観察や健康管理等の対応を今後とる必要はないと考えられるレベルであるというものでした。

本報告書は、本事案を深く受け止め「アスベスト飛散事故の対象者への今後の対応策」及び「アスベスト飛散事故に対する再発防止策」について、検証結果とともに整理し、まとめたものである。

第1章 事故の概要について

1 改修工事の概要

平成28年、市有施設である北部地域整備事務所の外壁改修等を行うため以下の工事を発注した。

(1) 工事等の概要

施設名称	北部地域整備事務所	図表 1.1、1.2 (2頁参照)
所在地	堺市北区新金岡町4丁1番5号	
工事名	北部地域整備事務所外壁改修外工事	
対象建物	事務所棟、駐車場棟、機械室棟	
工期	平成28年3月14日から平成28年9月16日まで	
工事概要	外壁改修 工事対象延べ面積 約1,741m ² 防水改修 工事対象面積 約1,420m ² サッシ廻り等シーリング打替え 鉄部等塗装替え 上記に伴う電気、機械設備工事	

2 事故の概要

平成28年6月18日、北部地域整備事務所外壁改修外工事の工事内容である機械室棟煙突解体および事務所棟屋の外壁改修が実施され、機械室棟煙突解体に伴う養生が不十分であったため、隣接保育園の園庭に煙突解体材(コンクリート片)が落下するという事故が発生した。

平成28年6月20日、隣接保育園からコンクリート片落下に対する問い合わせがあり、同日、市職員が現場を確認したところ、敷地内に集積された煙突解体材に綿状の物質(煙突解体材)が付着していることからアスベスト含有分析調査を行った。

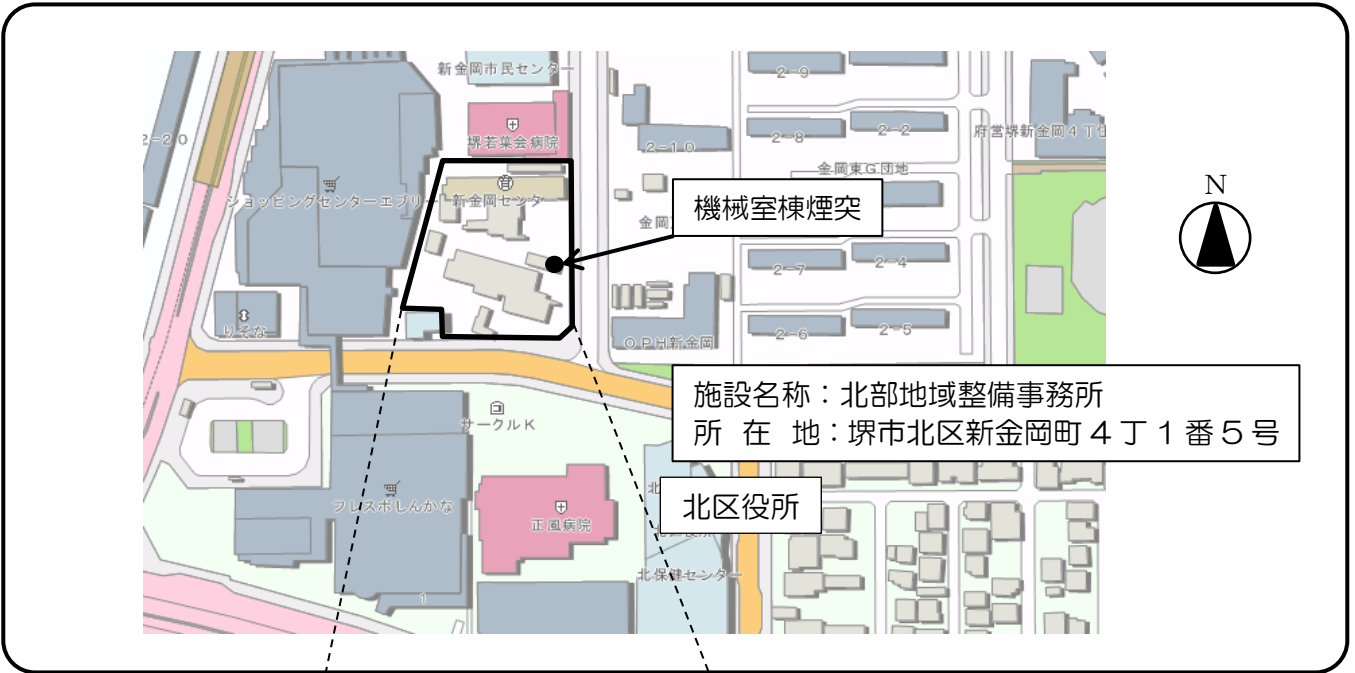
平成28年6月21日、分析結果が報告され、アスベスト含有建材であることが確認された。同日、機械室棟ガラリ戸等の目張り養生及び煙突頂部の封鎖を実施。

後日、外壁面の仕上塗材にもアスベストが含有されていることが判明した。

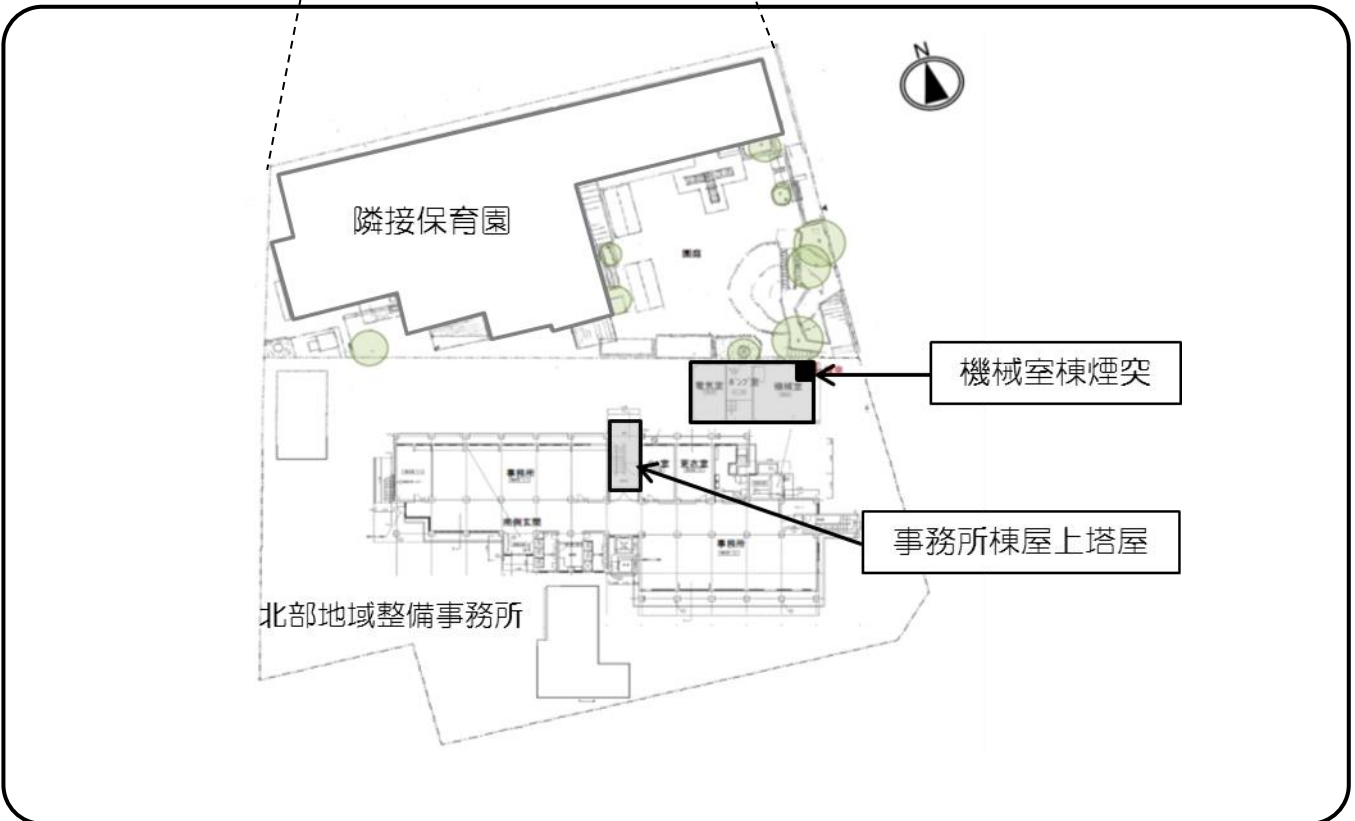
このことにより、事故が発生した平成28年6月18日から平成28年6月21日までの4日間、アスベストが飛散したものとなる。

■ 北部地域整備事務所の機械室棟煙突及び事務所棟屋上塔屋(事故発生場所)を以下の図表 1.1 付近見取図及び図表 1.2 配置図に示す。

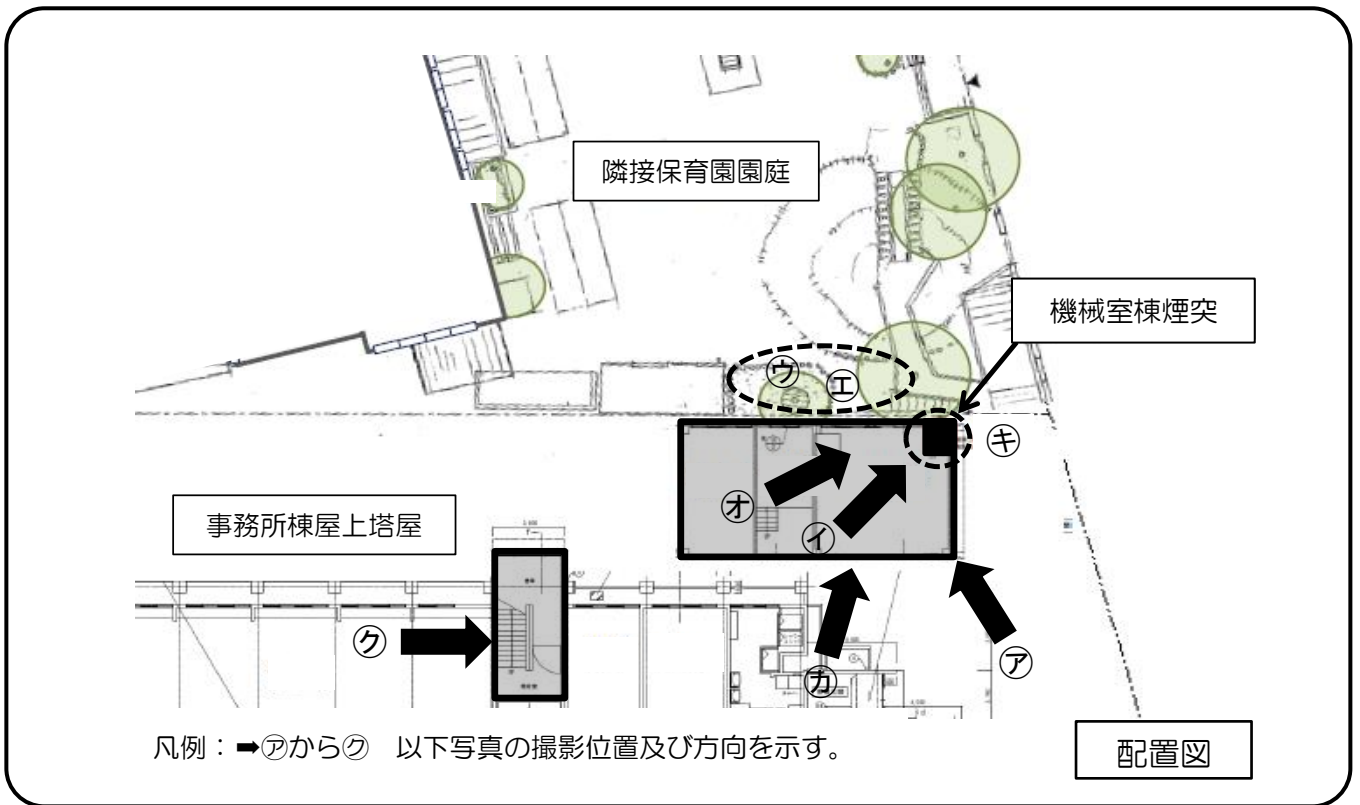
図表 1.1 北部地域整備事務所付近見取図



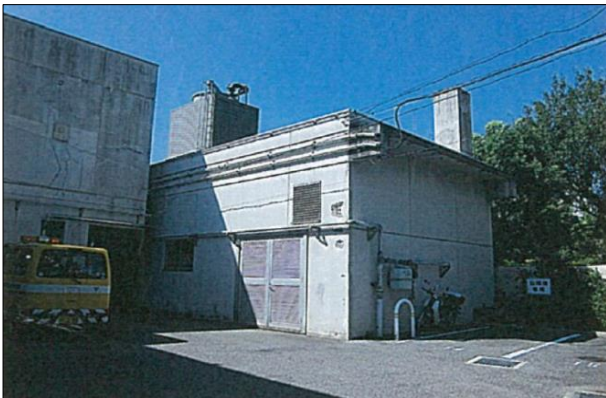
図表 1.2 北部地域整備事務所配置図



■工事着手前及び事故後の状況写真
(配置図)



(配置図の状況写真)



⑦(工事着手前)機械室棟南東面



①(工事着手前)機械室棟煙突



⑤(事故後)隣接保育園園庭のガラ落下状況



⑥(事故後)隣接保育園園庭のガラ落下状況



㊦ (事故後) 煙突解体後のガラ集積状況 (屋上)



㊧ (事故後) 煙突解体後のガラ集積状況 (屋上)



㊨ (事故後) 煙突解体後の状況 (屋上)



㊩ (事故後) 事務室棟屋上塔屋西面

3 事故後の主な経過及び対応

事故前後の主な経過及び対応(事故発生から第7回懇話会開催まで)

年月日(曜日)	事故前後の主な経過及び対応	
	機械室棟 煙突(断熱材)／事務所棟 屋上塔屋(外壁仕上塗材)	
平成 28 年		
3 月 14 日 (月)	・北部地域整備事務所外壁改修外工事 契約 ・工事概要:事務所棟、機械室棟、駐車場棟の外壁・屋上防水改修(屋上防水改修に伴う煙突上部撤去)他	
6 月 14 日 (火)	・外壁劣化部調査の開始(工事受注者)	
6 月 15 日 (水)	・屋上塔屋部の外壁劣化部確認(堺市、工事監理者)	
6 月 18 日 (土)	・屋上塔屋部の外壁劣化部分の補修 ・機械室棟煙突解体作業を開始、当日に完了、ガラ集積、袋詰め作業を行う ・隣接保育園(以下「保育園」という。)園庭にコンクリート片が落下する	
6 月 19 日 (日)	・作業なし	
6 月 20 日 (月)	・集積、袋詰めされたガラの中に綿状の混入物を発見(市職員) ・アスベストの存在を疑い、以降作業中止並びに機械室棟内への立入りを禁止 ・以降全作業中止	
6 月 21 日 (火)	・機械室棟ガラリ戸や換気ガラリの目張りを施し、煙突頂部を封鎖 ・煙突断熱材の分析調査の結果、アスベストの存在が判明 ・事務所棟屋上塔屋の外壁劣化部分の補修 (事故発生日から煙突頂部閉鎖までの4日間、アスベスト含有断熱材が使用された煙突上部解体によりアスベストが飛散)	
6 月 22 日 (水)	・保育園に状況説明、 ・機械室棟屋上をブルーシート養生 ・分析調査結果を庁内周知、報告	
6 月 23 日 (木)	・新金岡東校区自治連合会及び自治会に状況説明 ・アスベストの検出についての文書配布	
6 月 24 日 (金)	・アスベストの分析結果について文書配布	
6 月 23 日から 25 日	・機械室棟周りを防音シートで養生し、防音シート内に飛散防止剤を塗布	
6 月 24 日から 27 日	・第1回 保育園・保護者説明会 6 月 24 日(1回)・25 日(2回)・26 日(2回)・27 日(1回)計 6 回開催 ・説明内容:煙突撤去作業等(コンクリート片の落下や解体材のアスベスト含有)の経緯について 意見要旨:施工体制の確立、健康被害の対応、経年後の対応、園庭の土の入替えなど	
6 月 25、26、29 日	・保育園室内の拭き取り清掃を実施	
6 月 22 から 7 月 13 日	・保育園園庭・室内、北部地域整備事務所の大気測定(測定結果は基準値以下)	
6 月 22 から 25、27 日 7 月 3 日	・保育園、新金岡東小学校、新金岡保育所、地域の土壌分析(分析結果は未検出)	
7 月 3 日 (日)	・保育園園庭の表土すき取り、プール・遊具の拭き取り清掃実施	
7 月 5 日 (火)	・アスベスト分析結果についての文書配布(保育園・保護者・議会・報道)	
7 月 10 日 (日)	・保育園園庭の表土搬入・整地	
7 月 12 日 (火)	・土壌の分析結果についての文書配布(保育園・保護者・議会・報道) ・アスベスト含有廃材の場外搬出処理を実施	
7 月 14 日 (木)	・保育園園庭の利用再開	
7 月 27 日 (水)	・保育園室内の大気測定(測定結果は基準値以下)	
7 月 31 日 (日)	・保育園室内の大気測定(測定結果は基準値以下)	
8 月 1 日 (月)	・外壁仕上塗材試料採取	
8 月 6 日 (土)	・第2回 保育園・保護者説明会(事故の経緯とその後の対策及び健康問題について)	
8 月 23 日 (火)	・保育園打合せ (懇話会の設置について、成形板及び外壁仕上塗材のアスベスト含有について)	

年月日(曜日)	事故前後の主な経過及び対応	
	機械室棟 煙突(断熱材)／事務所棟 屋上塔屋(外壁仕上塗材)	
平成 28 年		
9 月 5 日 (月)	・新金岡東校区自治連合会説明会 (アスベスト事象に関する経過及び懇話会の設置について)	
9 月 6 日 (火)	・第3回 保育園・保護者説明会(懇話会の設置及び受注者の謝罪、成形板及び外壁仕上塗材のアスベスト含有について報告)	
9 月 14 日 (水)	・新金岡東校区自治連合会説明会(アスベスト事象の経過について、成形板及び外壁仕上塗材のアスベスト含有について)	
9 月 30 日 (金)	・保育園打合せ(成形板及び外壁仕上塗材のアスベスト含有について報告)	
10 月 4 日 (火)	・第1回 懇話会(堺市北部地域整備事務所アスベスト飛散の検証に関する懇話会)	
12 月 10 日 (土)	・第2回 懇話会	
平成 29 年		
1 月 18 日 (水)	・事務所棟外壁の仕上塗材の改修を飛散防止対策が不十分なまま実施した疑いがあるとの報道	
1 月 26 日 (木)	・外壁の仕上塗材の改修を実施していたことを保育園関係者へ知らせていなかったため、報道内容について説明 ・外壁の仕上塗材(アスベスト含有)も飛散していた可能性があることから、その影響も懇話会で合わせて検証することを保育園関係者へ報告	
2 月 14 日から 5 月 31 日	・北部地域整備事務所アスベスト除去外工事(以下、「アスベスト除去工事」という。) (工事概要:機械室棟煙突アスベスト除去、機械室棟 外壁改修)	
3 月 26 日 (日)	・第3回 懇話会	
5 月 19 日から 10 月 19 日	・北部地域整備事務所外壁改修外工事 (工事概要:事務所棟 外壁改修)	
7 月 25 日 (火)	・第4回 懇話会	
10 月 12 日 (木)	・第5回 懇話会	
12 月 27 日 (水)	・アスベスト除去工事の工事書類である測定結果報告書(アスベスト除去工事中の大気中アスベスト粉じん濃度を計測した結果報告書)について市民から公文書公開請求があり、市が保有していた報告書について情報提供を行う	
平成 30 年		
1 月上旬	・平成 29 年 12 月 27 日に情報提供を受けた市民から、測定結果報告書のページ番号の欠落や現場状況写真が無いことについての問い合わせ	
1 月 19 日 (金)	・欠落した部分は、市ではなく元請業者が保有していたため、元請業者から欠落部分のない測定結果報告書(大気中石綿濃度)を入手した上で請求者に対して再度情報提供を行う	
3 月 27 日 (火)	・第6回 懇話会	
5 月 27 日 (日)	・平成 29 年に行ったアスベスト除去工事に関する書類に対して市民から公文書公開請求が申請された際、その書類のうち、アスベストの除去に関する部分が一部欠落していたことが判明し、煙突内にアスベスト残存の疑義が生じたことから、一般社団法人 建築物石綿含有建材調査者協会に(ASA)依頼し、調査を実施。結果、煙突内部にアスベスト残存を確認	
6 月 6 日 (水)	・(一社)建築物石綿含有建材調査者協会により中間報告の提出	
8 月 9 日 (木)	(上記第1回懇話会以降、計7回開催) ・第7回懇話会において、「アスベスト曝露量の算出結果に基づく健康リスク評価」が示される。 ・健康リスク評価の結果は、「周辺地域住民及び隣接施設の利用者等のアスベスト推定曝露量は、健康面での経過観察や健康管理等の対応を今後とる必要はないと判断できる健康リスクのレベルであり、現時点では、さらなる情報収集や評価等の作業も必要ないと判断できるものである。」であった。	

第2章 アスベスト飛散の検証について

1 有識者等による懇話会の設置

北部地域整備事務所における、アスベスト曝露の可能性と範囲及び健康リスクについて検証を行い、その報告書を作成するため、公衆衛生、建築工学、医療及びアスベスト関連団体の各分野の有識者等(以下「構成員」という。)4名による堺市北部地域整備事務所アスベスト飛散の検証に関する懇話会(以下「懇話会」という。)を設置した。懇話会構成員である有識者及び懇話会の開催状況を以下に示す。

(1) 構成員名簿

(五十音順)

氏名	所属・役職等
あずま けんいち 東 賢一	近畿大学医学部 准教授
いとう たいじ 伊藤 泰司	大阪アスベスト対策センター 幹事
おくむら しんじ 奥村 伸二	耳原総合病院 病院長
やまなか としお 山中 俊夫	大阪大学大学院工学研究科 教授

(2) 懇話会の開催状況

第1回懇話会

開催日時	平成28年10月4日(火) 19時00分	開催場所	北区役所
出席構成員等	(構成員)東賢一、伊藤泰司、奥村伸二、山中俊夫		
主な案件	▶ 懇話会開催要綱の説明及び構成員の紹介 ▶ アスベストの問題に関する取組の概要説明 ▶ アスベスト飛散の検証方法について		

第2回懇話会

開催日時	平成28年12月10日(土) 13時30分	開催場所	北区役所
出席構成員等	(構成員)東賢一、伊藤泰司、山中俊夫 (アドバイザー)一般社団法人 建築物石綿含有建材調査者協会 理事 小坂浩		
主な案件	▶ アスベスト飛散の実証実験及びアスベスト除去について ▶ アスベスト飛散の実証実験及びアスベスト除去のスケジュールについて ▶ 今後、目標とするスケジュールについて		

第3回懇話会

開催日時	平成29年3月26日(日) 13時00分	開催場所	北区役所
出席構成員等	(構成員)東賢一、伊藤泰司、奥村伸二、山中俊夫		
主な案件	▶ アスベスト飛散の実証実験結果について ▶ アスベスト除去工事について ▶ 飛散拡散の解析について ▶ 今後、目標とするスケジュールについて		

第4回懇話会

開催日時	平成29年7月25日(火) 19時00分	開催場所	北区役所
出席構成員等	(構成員)東賢一、伊藤泰司、奥村伸二、山中俊夫 (アドバイザー)一般社団法人 建築物石綿含有建材調査者協会 理事 小坂 浩 大阪大学大学院工学研究科 教授 近藤 明		
主な案件	▶ アスベスト飛散量の算出条件の整理について ▶ アスベスト飛散拡散解析の結果について ▶ 行動別曝露量の算出条件について		

第5回懇話会

開催日時	平成29年10月12日(木) 19時00分	開催場所	北区役所
出席構成員等	(構成員)東賢一、伊藤泰司、奥村伸二、山中俊夫 (アドバイザー) 大阪大学大学院工学研究科 教授 近藤 明		
主な案件	▶ 第4回懇話会の課題について ・アスベスト飛散量の算出条件 ・アスベスト飛散拡散解析 ・行動別曝露量の算出条件		

第6回懇話会

開催日時	平成30年3月27日(火) 19時00分	開催場所	北区役所
出席構成員等	(構成員)東賢一、伊藤泰司、奥村伸二		
主な案件	▶ 煙突内のアスベストの有無について ▶ 今後の進め方について		

第7回懇話会

開催日時	平成30年8月9日(木) 19時00分	開催場所	北区役所
出席構成員等	(構成員)東賢一、伊藤泰司、奥村伸二		
主な案件	▶ 北部地域整備事務所における煙突内のアスベストの有無について ▶ アスベスト曝露量の算出について ▶ アスベスト曝露量の算出結果に基づく健康リスク評価について ▶ アスベスト飛散事象に係る今後の対応方針(案)について		

懇話会の開催した内容(配布資料及び議事録)については、以下の本市ホームページに掲載している。

<http://www.city.sakai.lg.jp/smph/shisei/gyosei/shingikai/kenchikutoshikyoku/kenchiku/hokubukonwakai/index.html>

2 煙突内部調査について

平成 29 年度に施工した北部地域整備事務所アスベスト除去外工事の測定結果報告書(大気中石綿濃度)に対して、工事完了後に市民より公文書公開請求があり、その際、報告書の一部が欠落していることが発覚したことにより機械室の煙突内部にアスベスト残存について疑義抱かれることになった。

このことにより、アスベスト残存を確認するため次の通り煙突内部の調査を行った。

(1)調査実施者

確認方法については煙突内部を直接確認する必要があることから、施工状況に詳しい専門家である「(一社)建築物石綿含有建材調査者協会」に依頼し、平成 30 年 5 月 27 日に調査を行った。

(2)調査結果について

平成 30 年 6 月 6 日付で、(一社)建築物石綿含有建材調査者協会より調査報告書(中間報告)が提出された。

平成 31 年 2 月 14 日付で、(一社)建築物石綿含有建材調査者協会より調査報告書(最終版)が提出された。

3 隣接保育園園庭の大気測定結果について

平成 29 年度に施工した北部地域整備事務所アスベスト除去外工事に伴い、周辺の大気中石綿濃度測定を行った。その大気測定結果の内、隣接保育園園庭においてアスベストが検出された。

このことについて、第 7 回懇話会の議題として取り上げ、健康リスク評価への影響の有無について懇話会委員より意見を頂いた。

工事中の作業内容、測定結果等については下記の表となる。

日付		園庭測定結果 (本/L)	作 業 概 要
平成 29 年	3月5日 ～3月27日	不検出(0.056 未満)	・機械室内清掃、実証実験及びアスベスト除去。 (負圧状態)
	3月28日(火)	不検出(0.056 未満)	・機械室棟内の道具類の清掃。 (負圧状態)
	3月29日(水)	検出(0.056)	・機械室屋上養生内にアスベスト飛散防止材を噴霧。 (負圧状態) ・外壁改修の準備作業として電気設備の迂回。
	3月30日(木)	検出(3.1)	・煙突頂部煙道内壁をドリルにより削孔し、 アンカー取付。(負圧状態) ・機械室棟周囲の水洗い清掃。
	3月31日(金)	不検出(0.056 未満)	・周囲の点検及び機械室棟周囲4点、園庭1点、園舎 内3点の大気測定を実施。 (大気測定の結果、上記全ての測点において不検出)

結果として、隣接保育園園庭の大気測定において検出されたアスベストの本数が高い数値でなかったこと、測定当日は園庭に人がいなかったことから健康リスク評価への影響はないと考えられるとの意見であった。

第3章 アスベスト飛散事故の推定曝露量の算出

当該工事におけるアスベストの飛散による曝露の可能性と範囲及び健康リスクについて評価を行うため、可能な限りの事故当時の事実を確認・検証した上で推定される曝露の可能性と範囲について懇話会の構成員に意見を聴取し、周辺地域住民及び隣接施設利用者の行動別に曝露量を算出した。その算出条件、過程及び結果について、以下の構成により記載する。

- 1 事故後の確認内容
- 2 実証検査状況及び結果
- 3 事故当時の作業状況と実証検査との関係性
- 4 飛散拡散解析等の条件設定
- 5 飛散拡散解析の解析条件
- 6 解析入力データ
- 7 アスベスト濃度分布
- 8 アスベスト曝露量推計にあたっての前提条件の整理
- 9 アスベスト曝露量の算出結果

1 事故後の確認内容

適確なアスベストの曝露の可能性と範囲及び健康リスクの評価を行う上で、必要な情報を収集するために事故後に行った作業内容の確認について以下に示す。

(1) 当時の工事関係者への聞き取り

日 時	平成 28 年 6 月 21 日 (火)
内 容	平成 28 年 6 月 18 日 (土) 及び 20 日 (月) の作業内容及び作業員の人数について確認した。
日 時	平成 28 年 7 月 21 日 (木)
内 容	平成 28 年 6 月 18 日 (土) の煙突解体作業の手順について確認した。

(2) 隣接保育園への聞き取り

日 時	平成 28 年 7 月
内 容	事故当時の経過について確認した。
日 時	平成 28 年 7 月
内 容	事故当時の園児・職員数及び行動について確認した。
日 時	平成 29 年 8 月 3 日 (木)
内 容	園庭へのガラ落下時における、ガラの位置・個数、園児の位置について確認した。
日 時	平成 29 年 8 月 25 日 (金)・平成 29 年 9 月 5 日 (火)
内 容	ガラ落下時の園児の避難時間について確認した。
日 時	平成 29 年 9 月 14 日 (木)
内 容	2 回目のガラ落下位置・個数、園児の位置について確認した。

(3) 本市職員への聞き取り

日 時	平成 28 年 7 月 13 日 (水)
内 容	北部地域整備事務所職員の事故当時の職員数及び行動について確認した。 後日再度詳細な行動状況について確認した。
日 時	平成 28 年 7 月 19 日 (火)
内 容	固定資産税事務所職員の事故当時の職員数及び行動について確認した。

(4) プロット図作成

内 容	アスベスト曝露量を推計するための基礎資料として、6月18日(土)午前9時から21日(火)午前12時までの75時間における隣接保育園の園児・職員及び本市職員の行動を現場の作業状況に合わせて時間ごとに整理しプロット図を作成した。
-----	--

(5) 事故当時の風向・風速の確認

日 時	平成28年7月13日(水)
内 容	堺市環境局から平成28年6月18日から平成28年7月13日までの金岡局の風向・風速データを入手し確認した。

(6) 機械室棟内の状況確認

日 時	平成29年3月5日(日)
内 容	事故当時のままの機械室棟内の状況及びアスベストとコンクリートガラを状況を確認した。

(7) 北部地域整備事務所を利用したコンクリート片落下検証(P35)

日 時	平成29年9月2日(土)
内 容	平成28年6月18日に隣接保育園へ煙突の解体ガラが落下した事故を検証するために別途北部地域整備事務所の工事用足場を利用し実際にコンクリート片を落下させ事故当時の状況を再現し、コンクリート片落下時の軌跡、落下地点を確認した。

2 実証検査状況及び結果

(1) 実証検査について

アスベスト飛散の検証に関する懇話会において健康リスクの評価を行うに当たり、アスベストの曝露の可能性や範囲を検証するうえで解析に必要なアスベスト発生源のデータを得るためアスベスト飛散実証検査を実施した。

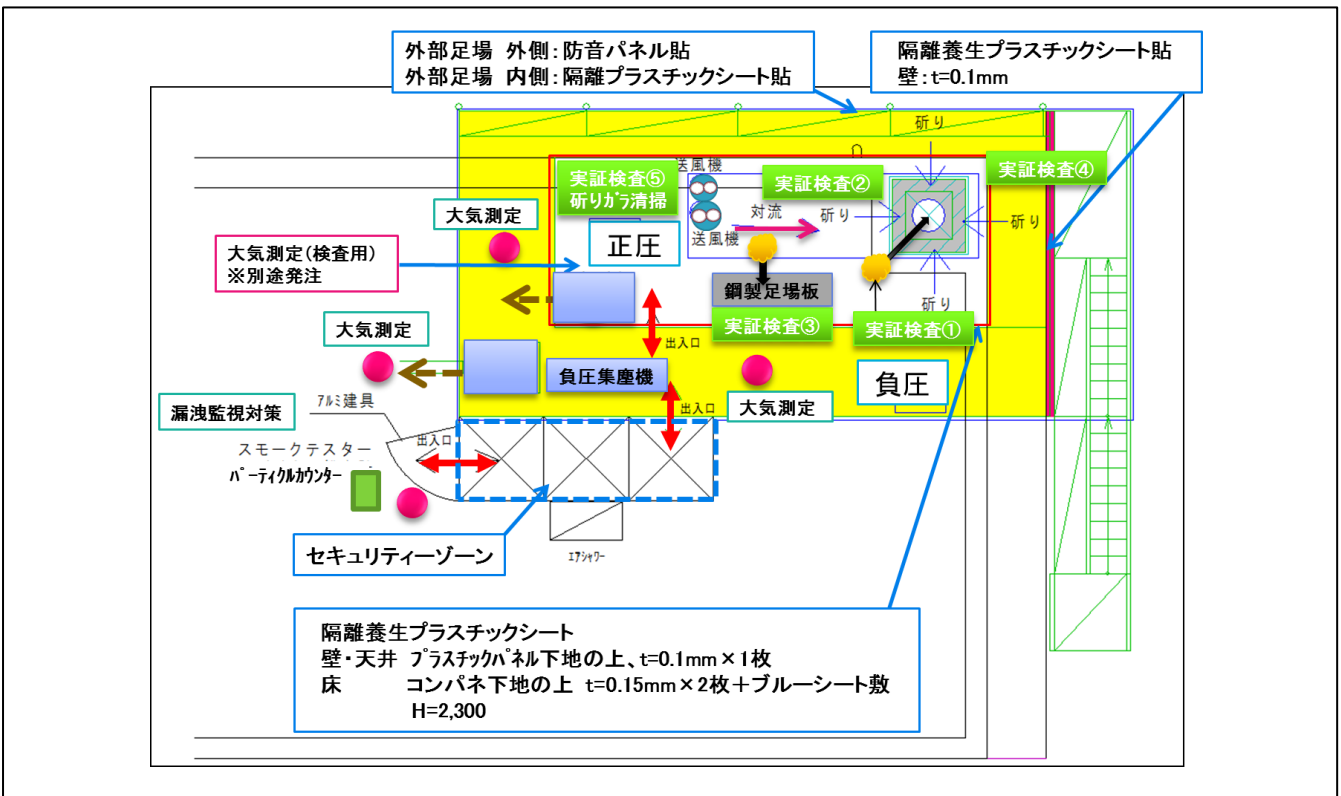
実施にあたっては、機械室棟屋上に実証検査室を設営し、外部と隔離された密閉空間(負圧空間 図表 2.1、2.2、2.3、2.4 及び写真)で、解析結果が過小評価とにならないようあえてアスベスト粉じんを発生させるように事故当時の作業を再現した。

■アスベストの飛散が想定される事故当時の作業等の状況及び実証検査内容について

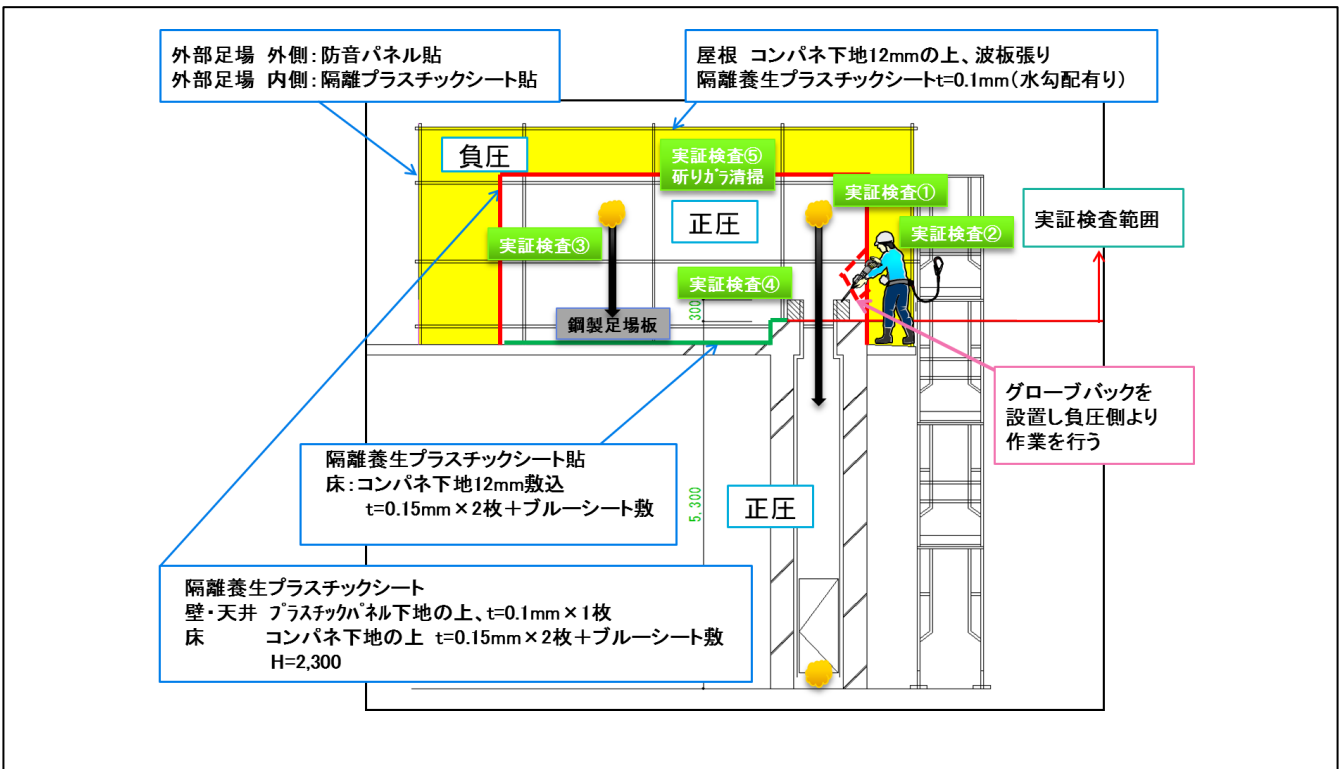
番号	A	事故当時のアスベストの飛散が想定される作業や事象の内容	実証検査番号
	B	実証検査内容	
1	A	煙突のはつり作業に伴い、発生したガラが煙突煙道内に落下し、アスベスト含有断熱材が剥離破損した。	実証検査Ⅰ
	B	煙突内へコンクリート片を落としアスベストを飛散させた。	
2	A	煙突のはつり作業に伴い、アスベスト含有断熱材が剥離破損した。	実証検査Ⅱ
	B	煙突残存部のはつり作業を行いアスベストを飛散させた。	
3	A	隣接保育園へはつりガラが落下した。	実証検査Ⅲ
	B	屋上床面へアスベストが付着したコンクリート片を落としアスベストを飛散させた。	
4	A	煙突解体後2日間、隔離養生を行わず放置した。(アスベスト含有断熱材が露出していた)。	実証検査Ⅳ
	B	煙道の定常状態の測定を行った。(煙道に解体時のはつりガラの詰まった状態)	
5	A	屋上に散らばったはつりガラの片づけ・清掃を行った。	実証検査Ⅴ
	B	上記同様の作業を再現した。	
6	A	アスベストを含む仕上塗材が吹き付けられた外壁の改修を行った。	実証検査Ⅵ
	B	上記同様の作業を再現した。	

■アスベスト飛散実証検査(煙突部分)状況図面及び写真を以下に示す。

図表 2.1 アスベスト飛散実証検査 平面図 (煙突部分)



図表 2.2 アスベスト飛散実証検査 断面図

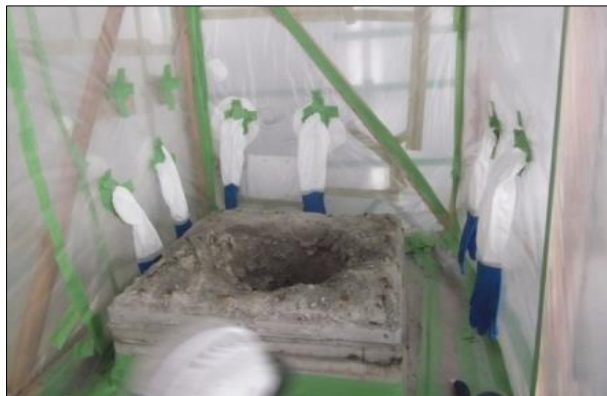


■アスベスト飛散実証検査 写真(煙突部分)

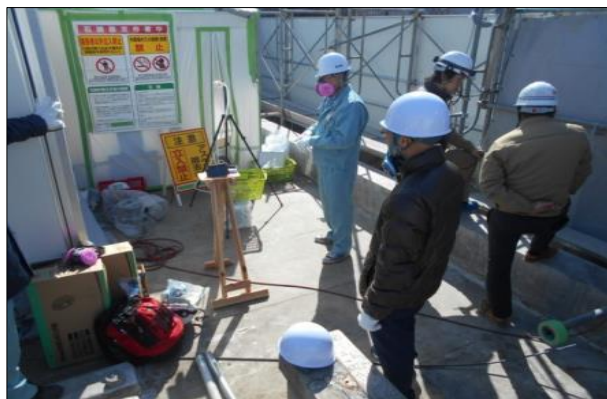
○平成 29 年 3 月 11 日(土)完了 仮設工事
(セキュリティゾーン、実証検査ゾーン設置)



○3 月 11 日(土)完了 仮設工事(実証検査ゾーン設置)

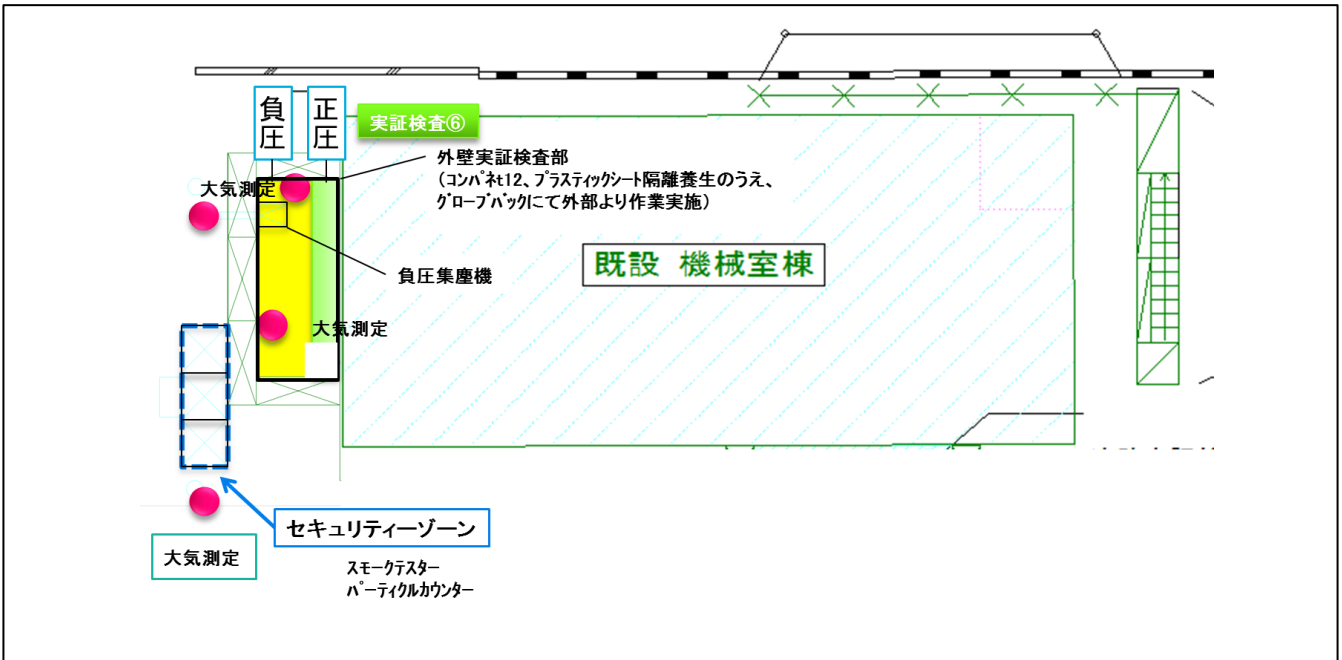


○3 月 12 日(日)アスベスト飛散実証検査状況

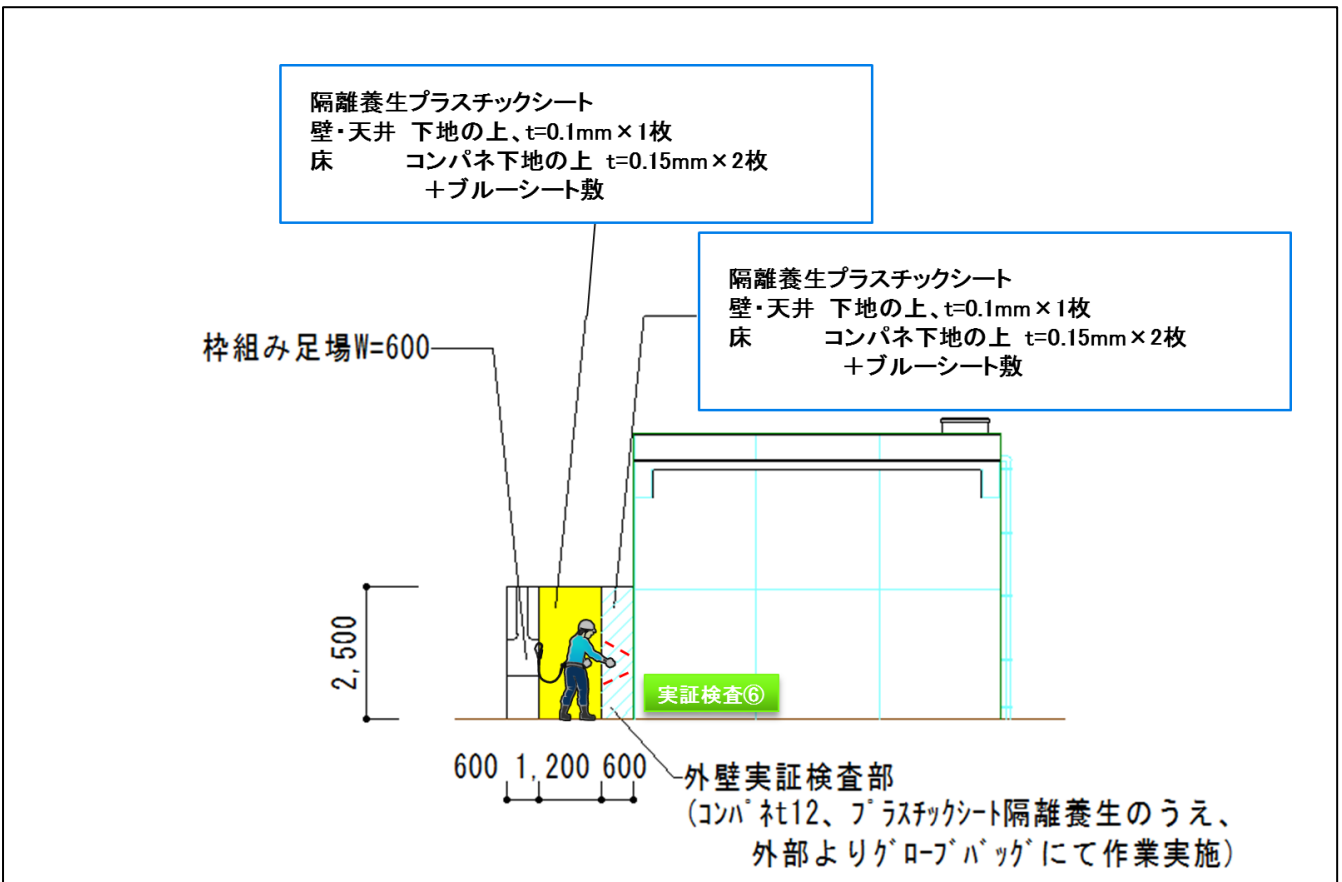


■アスベスト飛散実証検査(外壁部分)状況図面及び写真を以下に示す。

図表 2.3 アスベスト飛散実証検査 平面図(外壁部分)



図表 2.4 アスベスト飛散実証検査 断面図(外壁部分)



■アスベスト飛散実証検査 写真(外壁部分)

○3月11日(土)設置状況仮設工事(セキュリティゾーン、実証検査ゾーン設置状況)



○3月11日(土)実施前 実証検査ゾーンの隔離養生の確認



(2)実証検査室内の条件について

■煙突内部(煙道)に外部へ上昇する気流を確保

【想定】煙突は気圧差により上昇気流が生じている。

【実施】屋上に設置した負圧除じんで集じん・排気を行い、室内から上昇する気流を確保した。

・実証検査室内の体積:H2.26m×W5.01m×D1.15m=13.02m³

・負圧除塵装置能力:16.8m³/min→1,008m³/h

・煙突上部の風速:0.8m/s～1.0m/s

■隔離養生した実証検査室内で、発生した粉じんを含む大気を攪拌し、測定位置によるアスベスト濃度差の影響を無効化

【実施】ファン4台(扇風機:約4m/s・台)で実証検査室内の大気を攪拌した。

■煙突内部(煙道)に頂部から2.5m下に解体当時のコンクリート片が詰まった状態で実施

【実施】

・煙道が短くなりコンクリート片の落下の衝撃は減少するが、大気は上昇し易くなると想定できるため、解体当時の条件で実施した。

・落下方式は「自由落下方式」と、それよりも衝撃が大きい「投げ入れ方式」を実施した。

■煙突上部の隔離養生撤去後の状態で実施

・上部断熱材の厚み約5cm

・煙突内径約φ52cm

・煙突外形寸法(東西)87cm×(南北)82cm

・室内ボイラーダクト接続用孔径φ36.5cm

・断熱材とコンクリートの付着状態は、手で力を加えると剥がれる程度。

(3)実証検査の実施

実証検査Ⅰ 煙突内へコンクリート片を落としアスベストを飛散させた

(作業内容)

機械室棟内に残存するはつりガラを採取し、屋上から煙道内に1個ずつ4回に分け、落下させた

回数	各回別の内容
1回目	煙道内の中心に垂直に落下させた。
2・3・4回目	煙道内に投げ入れ側壁に衝突させ落下させた。(3回程度バウンド)

(測定結果)

回数	測定開始時	アスベスト 繊維数濃度 (本/リットル)
1回目	落下から30秒経過後	8,400
	落下から2分30秒経過後	1,300
2回目	落下直後	16,000
	落下から4分経過後	45
3回目	落下直後	33,000
	落下から4分経過後	31
4回目	落下直後	40,000
	落下から2分経過後	7,300
	落下から4分経過後	790

○煙突のはつりガラ落下状況 (落下高さ確認)



(落下前)



(作業内容)

実証検査室内(隔離空間)をファンで攪拌し、煙突上部から次の作業を行った。

回数	各回別の内容
1回目	煙突上部を外側から内側に向かってはつり作業(5分間)を行った。
2回目	煙突上部を断熱材を剥がすようにはつり作業(5分間)を行った。

(測定結果)

回数	測定開始時	アスベスト 繊維数濃度 (本/リットル)
1回目	はつり開始から1分後	55,000
	はつり開始から3分後	44,000
	はつり終了直後	54,000
	はつり終了から2分経過後	6,500
2回目	はつり開始から1分経過後	83,000
	はつり開始から4分経過後	86,000
	はつり終了から2分経過後	14,000

○煙突のはつり作業状況
(上部を外から内へはつり)



(断熱材のはつり)



実証検査Ⅲ 屋上床面へアスベストが付着したコンクリート片を落としアスベストを飛散させた

(作業内容)

落下したはつりガラにアスベストが付着していたケース

回数	各回別の内容
1・2・3 回目	アスベストが付着したはつりガラを現場で作成し、断熱材が付着した面を下にし 1.3m の高さから鋼製足場板に 1 個ずつ 3 回に分け落としアスベストを飛散させた。

(測定結果)

回数	測定開始時	アスベスト 繊維数濃度 (本/リットル)
1 回目	落下直後	1,900
2 回目	落下直後	14,000
3 回目	落下直後	2,500

○はつりガラの落下検査状況
(落下高さ確認)



(落下後)



(測定中)



実証検査Ⅳ**煙道の定常状態の測定を行った(煙道に解体時のはつりガラの詰まった状態)****(作業内容)**

事故当時の解体時のはつりガラが詰まった状態かつ実証検査Ⅱのはつり作業で上部の断熱材が破損した状態で、定常時の測定を行った。

(測定結果)

回数	アスベスト 繊維数濃度 (本/リットル)
1回	170

○定常時の測定(煙道内ガラの詰まり)

**実証検査Ⅴ****煙突のはつり作業に伴い発生したはつりガラ等の清掃を行い飛散させた****(作業内容)**

屋上の清掃作業時にアスベストが散乱していたケース

実証検査内(隔離空間)をファンで攪拌し、②のはつり作業で屋上の床に散乱したはつりガラ及び、実証検査Ⅲのコンクリート片の落下時に散乱した断熱材を6分間撒き上げるように掃き清掃を行いアスベストを飛散させた。

(測定結果)

回数	測定開始時	アスベスト 繊維数濃度 (本/リットル)
1回	清掃開始から1分経過後	8,200

○はつりガラ、断熱材の清掃状況



○はつりガラ、断熱材の清掃状況



実証検査Ⅵ

外壁のアスベスト含有仕上塗材の剥離作業を実施した
(手作業、電動カッター、電動ドリル)

(作業内容)

劣化していない固着した仕上塗材に下記の作業を行った。

回数	各回別の内容
1回目	タガネとハンマーを使用し、手作業で削り取るように気乾状態及び湿潤状態で各5分間剥離を行った。
2回目	電動カッターを使用し、削り取るように気乾状態及び湿潤状態で各5分間剥離を行った。
3回目	電動ドリルを使用し、削り取るように気乾状態及び湿潤状態で各5分間剥離を行った。

(測定結果)

回数	測定開始時	アスベスト 繊維数濃度 (本/リットル)
1回目	気乾状態	88
	湿潤状態	40
2回目	気乾状態	3,200
	湿潤状態	8
3回目	気乾状態	56
	湿潤状態	52

○タガネとハンマーによる剥離作業



○電動カッターによる剥離作業



○電動ドリルによる剥離作業



○壁面の湿潤作業



3 事故当時の作業状況と実証検査との関係性

6月18日(土)午前9時から21日(火)午前12時までの75時間について、現場の作業内容や事象と6項目の飛散実証検査との関係を以下に示す。

図表 3.1 6月18日(土)9:00~24:00(15時間)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23									
									作業時間① (70分)	作業時間② (60分)	作業時間③ (55分)	作業時間④ (110分)																					
										ガラ落下 1回目10:10 2回目10:30																							
										煙突解体時間①+②+③+④=295分																							
実証検査Ⅰ (煙道内へのコンクリート片の落下)										↔		↔		↔		↔																	
実証検査Ⅱ (研り作業)										↔		↔		↔		↔																	
実証検査Ⅲ (コンクリート片の落下)										●●																							
実証検査Ⅳ (定常状態)										高さGL+8.5m											高さGL+5.5m												
実証検査Ⅴ (清掃状態)																							↔										
実証検査Ⅵ (仕上塗材)										↔																							

図表 3.2 6月19日(日)0:00~24:00(24時間)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
実証検査Ⅰ (煙道内へのコンクリート片の落下)																									
実証検査Ⅱ (研り作業)																									
実証検査Ⅲ (コンクリート片の落下)																									
実証検査Ⅳ (定常状態)	←																								→
実証検査Ⅴ (清掃状態)																									
実証検査Ⅵ (仕上塗材)																									


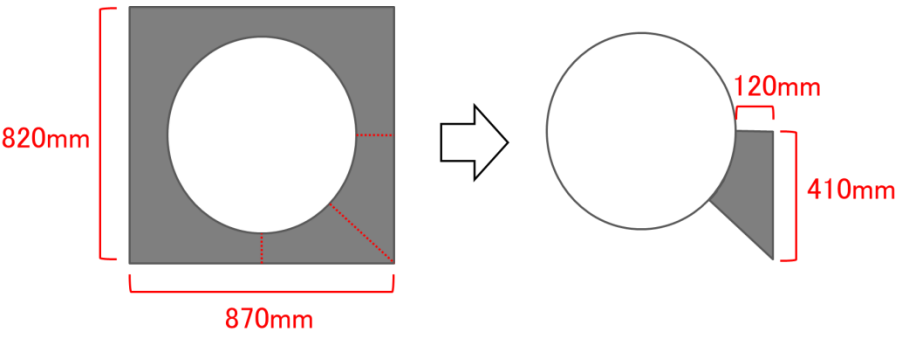
4 飛散拡散解析等の条件設定

飛散拡散解析及びガラ落下時の園庭での状況について検証を行うために必要な1時間当たりのアスベスト発生量及び作業時間等について6項目の実証検査それぞれについて当日の状況を考慮し算出した結果を以下に示す。

(1) 実証検査 I における条件設定

■ 煙突内に落下させたガラ 1 個当たりのアスベスト発生量について	
測定結果(P20 4回目)	① 落下直後 40,000 本/リットル(落下直後から 2 分間測定) ② 落下から 2 分経過後 7,300 本/リットル(2 分経過後から 2 分間測定) ③ 落下から 4 分経過後 790 本/リットル(4 分経過後から 4 分間測定)
風速(V)	0.8m/秒 (実測値)
煙突断面積(A)	$0.26\text{m} \times 0.26\text{m} \times 3.14 = 0.212\text{m}^2$
換気量(Q=V×A)	$0.8\text{m/秒} \times 0.212\text{m}^2 \times 60\text{秒} \times 1,000\text{リットル/m}^3 = 10,180\text{リットル/分}$
ガラ 1 個当たりのアスベスト発生本数	<p>【測定結果を表した図】</p> <p>【図の各時間当たりのアスベスト本数の総和】</p> $\int_0^{\infty} C(t) \times Q dt = 993,568,000 \text{ 本}$
1 時間当たりのアスベストの発生量はガラの発生個数により変化するので、実証検査 I におけるガラの発生個数の考え方を次ページに示す。	

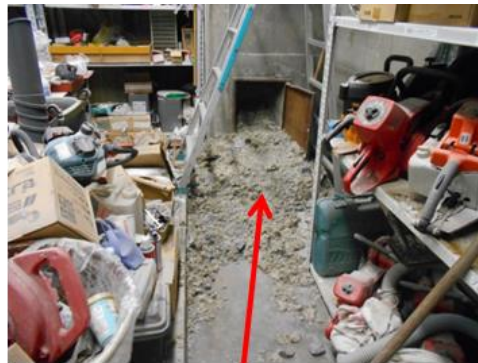
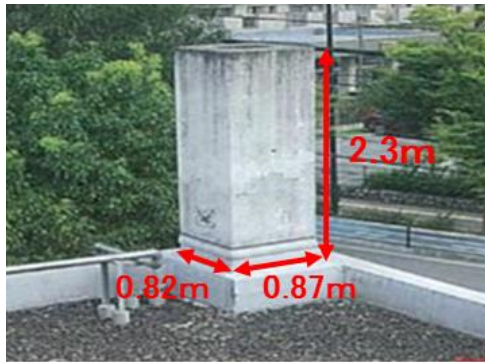
■解体作業時のガラ 1 個当たりの大きさの検証

<p>ガラの大きさの推定</p>	<p>【大きなガラ】 ●写真データより推定 フレコンパックの直径が 1,100mm であることから写真のガラの大きさを 500mm×200mm×150mm 程度と推定。</p>  <p>●施工状況より推定(煙突断面図)</p>  <p>上記より、大きなガラを 410mm×200mm×120mm と推定</p> <p>【小さいガラ】 3月5日(日)に現認したガラの大きさより 小さいガラの大きさを 200mm×100mm×100mm と推定</p>
<p>ガラ 1 個当たりの 体積の推定</p>	<p>【現認できたガラの大きなものと小さなものを平均した場合】 $(0.41 \times 0.2 \times 0.12 + 0.2 \times 0.1 \times 0.1) \div 2 = 0.00592 \text{m}^3$</p> <p>【全て小さいガラとした場合】 $0.2 \times 0.1 \times 0.1 = 0.002 \text{m}^3$</p> <p>上記より、現認できたガラの大きなものと小さなものを平均した場合と全て小さいガラの場合での体積は約 3 倍違うことから、現認できた大きいガラと小さいガラが 1:1 で発生した場合と、現認できた小さいガラばかりが発生した場合の 2 通りについて 1 時間当たりのガラの個数については次ページのとおり算出した。</p>

■現認できた大きいガラと小さいガラが 1:1 で発生した場合の煙道内に落下したガラの個数	
① 解体した煙突の コンクリート体積	$(0.87 \times 0.82 - (0.31 \times 0.31 \times 3.14) \times 2.3 = 0.947\text{m}^3$ (P30 図表 4.1、4.2 より)
② 落下したガラ 1 個 の体積(推定値)	$(0.41 \times 0.2 \times 0.12 + 0.2 \times 0.1 \times 0.1) \div 2 = 0.00592\text{m}^3$ (P28 より)
③ 想定ガラ個数(①/②)	$0.947 \div 0.00592 = 160$ 個
④ 煙突解体の総時間	295 分 (P25 図表 3.1 より)
⑤ はつり工事 1 時間当たりの ガラ発生個数(③/④)	$160 \div 295 \times 60 = 32.5$ 個
⑥ 落下したガラの割合	図表 4.1 よりガラの総個数のうち約 4 割が落下したものと想定。 屋上の集積ガラ 3 袋:1 階の集積ガラ 2 袋→集積ガラ 5 袋の内 2 袋が落 下した。 2 袋÷5 袋=約 4 割分落下したと想定。
⑦ 1 時間当たりの ガラ落下個数(⑤×⑥)	$32.5 \times 0.4 = 13$ 個
⑧ 総発生量/時間	$13 \times 993,568,000 = 12,916,384,000$ 本 ÷ 129 億本/時

■現認できた小さいガラばかりが発生した場合の煙道内に落下したガラの個数	
① 解体した煙突の コンクリート体積	$(0.87 \times 0.82 - (0.31 \times 0.31 \times 3.14) \times 2.3 = 0.947\text{m}^3$ (P30 図表 4.1、4.2 より)
② 落下したガラ 1 個の 体積(推定値)	$0.2 \times 0.1 \times 0.1 = 0.002\text{m}^3$ (P28 より)
③ 想定ガラ個数(①/②)	$0.947 \div 0.002 = 474$ 個
④ 煙突解体の総時間	295 分 (P25 図表 3.1 より)
⑤ はつり工事 1 時間当たりの ガラ発生個数(③/④)	$474 \div 295 \times 60 = 96.4$ 個
⑥ 落下したガラの割合	図表 4.1 よりガラの総個数のうち約 4 割が落下したものと想定。 屋上の集積ガラ 3 袋:1 階の集積ガラ 2 袋→集積ガラ 5 袋の内 2 袋が落 下した。 2 袋÷5 袋=約 4 割分落下したと想定。
⑦ 1 時間当たりの ガラ落下個数(⑤×⑥)	$96.4 \times 0.4 = 39$ 個
⑧ 総発生量/時間	$39 \times 993,568,000 = 38,749,152,000$ 本 ÷ 387 億本/時

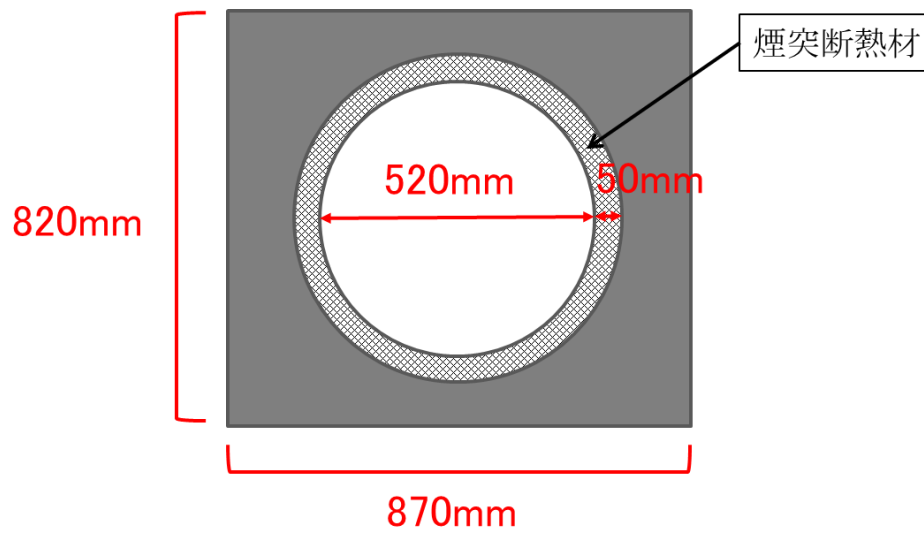
図表 4.1 事故当時のガラの集積等状況写真



1階の集積ガラ 2袋

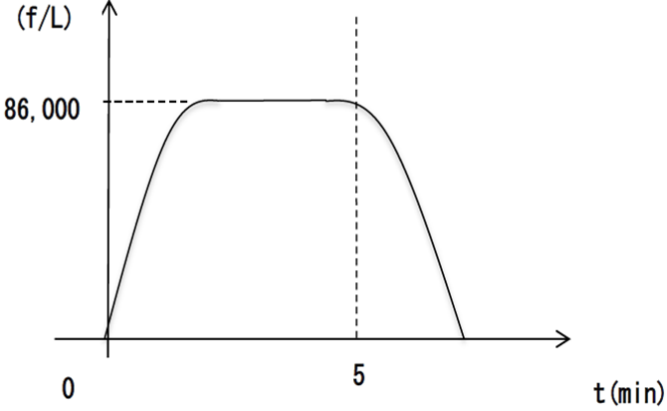


図表 4.2 煙突断面図



(2) **実証検査Ⅱ**における条件設定

実証検査Ⅱでのアスベスト総繊維濃度測定結果より、煙突内部の断熱材はつり時の発生量が多いことから、断熱材のはつり時間を算出する。

■煙突内に落下させたガラ 1 個当たりのアスベスト発生量について	
測定結果(P21 2 回目)	① はつり開始 1 分経過後 83,000 本/リットル(はつり開始 1 分経過後から 2 分間測定) ② はつり開始 4 分経過後 86,000 本/リットル(はつり開始 4 分経過後から 2 分間測定) ③ はつり終了 2 分経過後 14,000 本/リットル(はつり終了 2 分経過後から 2 分間測定)
風速(V)	0.8m/秒 (実測値)
煙突断面積(A)	$0.26\text{m} \times 0.26\text{m} \times 3.14 = 0.212\text{m}^2$
換気量(Q=V×A)	$0.8\text{m/秒} \times 0.212\text{m}^2 \times 60\text{秒} \times 1,000\text{リットル/m}^3 = 10,180\text{リットル/分}$
5 分間のはつり作業時間のアスベスト発生本数	<p>【測定結果を表した図】</p>  <p>【図の各時間当たりのアスベスト本数の総和】</p> $86,000 \times 10,180 \times 5 = 4,377,400,000 \text{ 本}$
<p>また、1 時間当たりのアスベストの発生量はガラの発生個数(アスベストが剥離する回数)及びはつり作業時間により変化するので、実証検査Ⅱにおけるガラの発生個数の考え方を次に示す。</p>	

■煙突はつり作業時の表面積(ガラ 1 個当たり)

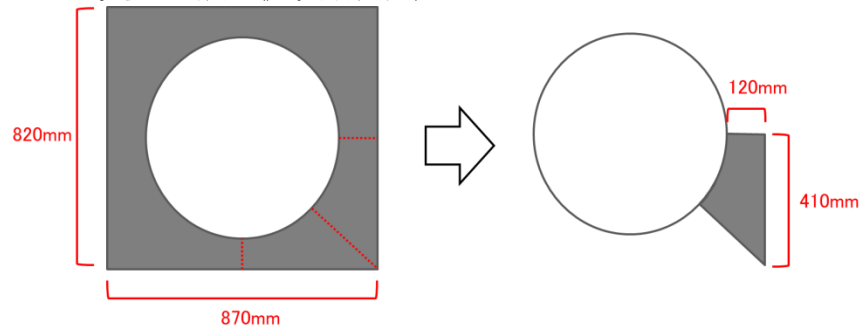
【大きなガラ】

●写真データより推定

フレコンパックの直径が 1,100mm であることから写真のガラの大きさを 500mm×200mm×150mm 程度と推定。



●施工状況より推定(煙突断面図)



上記より、大きなガラを 410mm×200mm×120mm と推定

【小さいガラ】

3月5日(日)に現認したガラの大きさより

小さいガラの大きさを 200mm×100mm×100mm と推定

ガラの大きさの推定

ガラ 1 個当たりの
表面積の推定

【現認できたガラの大きなものと小さなものを平均した場合】

$$(0.41 \times 0.2 + 0.2 \times 0.1) \div 2 = 0.051 \text{m}^2$$

【全て小さいガラとした場合】

$$0.2 \times 0.1 = 0.02 \text{m}^2$$

また、作業状況により想定されるガラの大きさに違いがあり、アスベストが剥離される回数にも違いが出てくることから、「現認できた大きいガラと小さいガラが 1:1 で発生した場合」と「現認できた小さいガラばかりが発生した場合の煙道内に落下したガラの個数」の 2 通りについて 1 時間当たりのアスベストが剥離されるはつり作業時間の検討をした。

■現認できた大きいガラと小さいガラが 1:1 で発生した場合の煙突はつり作業時間	
① 解体した煙突の コンクリート表面積	$(0.87 \times 2 + 0.82 \times 2) \times 2.3 = 7.774 \text{m}^2$
② 落下したガラ 1 個 の表面積(推定値)	$(0.41 \times 0.2 + 0.2 \times 0.1) \div 2 = 0.051 \text{m}^2$ (P28 より)
③ 煙突のはつり回数(推定値) (①/②)	$7.774 \div 0.051 = 153$ 回
④ はつり機械1ストローク当たり の時間	煙突内部断熱材に到達し、はつり時間を 0.25 秒間と想定する。 (はつり機械ストローク数 4 回/1 秒)
⑤ 煙突内部断熱材の総はつり 時間(③×④)	$153 \times 0.25 = 39$ 秒
⑥ 煙突解体の総時間	295 分 (P25 図表 3.1 より)
⑦ 1 時間当たりの断熱材の はつり時間(⑤/⑥×60 秒)	$39 \div 295 \times 60 = 7.93$ 秒
⑧ 総発生量/時間	$4,377,400,000 \div 300 \times 7.93 = 115,709,273$ 本 ≒ 約 1.2 億本/時

■現認できた小さいガラばかりが発生した場合の煙突はつり作業時間	
① 解体した煙突の コンクリート表面積	$(0.87 \times 2 + 0.82 \times 2) \times 2.3 = 7.774 \text{m}^2$
② 落下したガラ 1 個 の表面積(推定値)	$0.2 \times 0.1 = 0.02 \text{m}^2$ (P28 より)
③ 煙突のはつり回数(推定値) (①/②)	$7.774 \div 0.02 = 389$ 回
④ 断熱材はつり機械1ストローク 当たりの時間	煙突内部の断熱材に到達し、はつり時間を 1 秒間と想定する。
⑤ 煙突内部断熱材の総はつり 時間(③×④)	$389 \times 1 = 389$ 秒
⑥ はつり作業の振動による 発生時間(=⑤)	はつり作業の振動による影響も考慮する。 389 (秒)
⑦ 煙突解体の総時間	295 分 (P25 図表 3.1 より)
⑧ 1 時間当たりの断熱材の はつり及び振動による 影響時間 (⑤+⑥)/⑦×60 秒)	$(389 + 389) \div 295 \times 60 = 158.23$ 秒
⑨ 総発生量/時間	$4,377,400,000 \div 300 \times 158.3 = 2,309,808,066$ 本 ≒ 約 23 億本/時

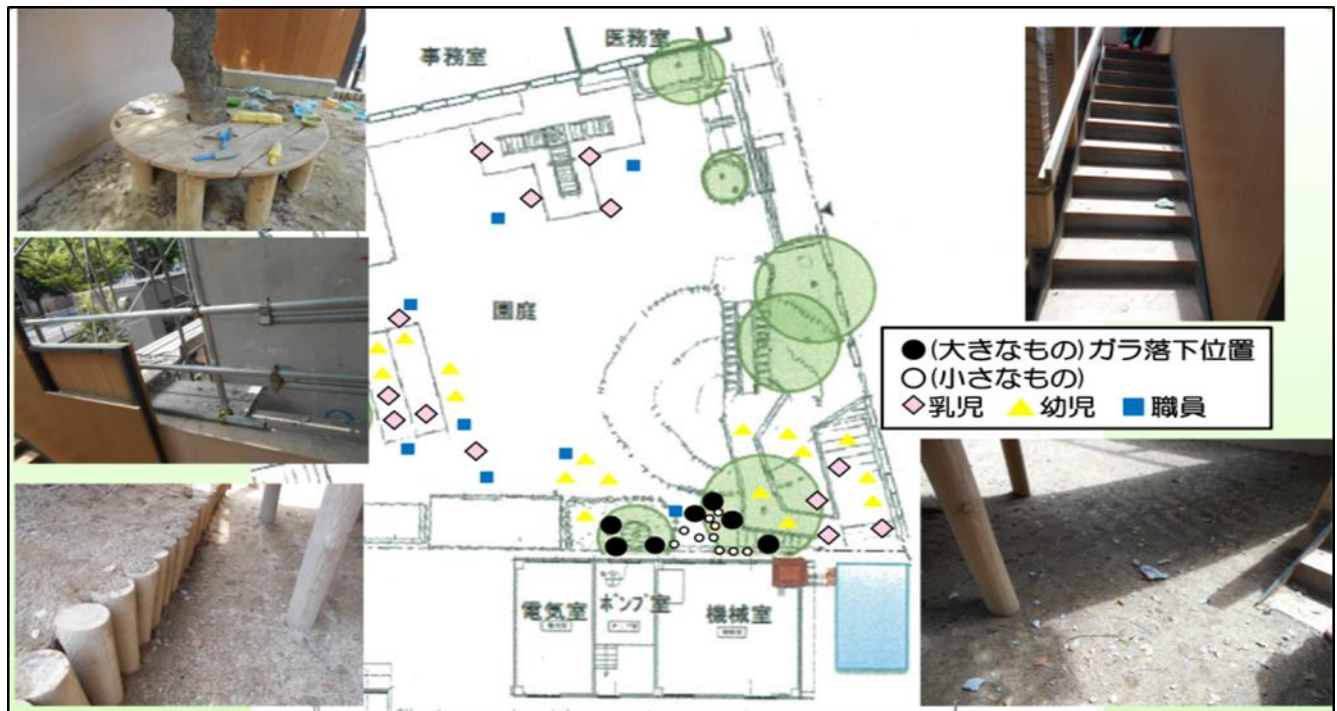
(3) 実証検査Ⅲにおける条件設定

屋上床面へアスベストが付着したコンクリート片を落下させ飛散させた際のアスベスト濃度測定結果を以下に示す。また、平成 28 年 6 月 18 日(土)午前 10 時 10 分の園庭へのガラ落下時のガラの到達位置及び状況写真を(図表 4.3)に示す。

■ 実証検査Ⅲでのアスベスト濃度測定結果

測定結果(P22)	1 回目 落下直後 1,900 本/リットル(落下直後から 1 分間測定)
	2 回目 落下直後 14,000 本/リットル(落下直後から 1 分間測定)
	3 回目 落下直後 2,500 本/リットル(落下直後から 1 分間測定)

図表 4.3 実証検査Ⅲ(園庭へのガラ落下)位置及び状況写真



■隣接保育園園庭へのガラ落下事故の経緯について

隣接保育園園庭へのガラ落下事故の経緯としては、以下のようなことが確認できている。

- 北部地域整備事務所の煙突解体時に解体したコンクリートガラを隣接保育園の園庭及び敷地内に合計2回落下させた。

1回目 平成28年6月18日 午前10時10分頃

2回目 平成28年6月18日 午前10時30分頃

上記の内容を踏まえ園庭に落下したガラの写真からガラの大きさを幅12cm・20cm・25cmと推測し、また、断熱材が事故当時に付着(写真)していたと想定して3検体を選別した。



隣接保育園の園庭に落下したガラの一部

断熱材が付着したガラの試験体
(幅約20cm)

園庭へガラが落下した状況については不確定な要素が多数あるため、第4回懇話会及び第5回懇話会の中で詳しく議論された内容である。

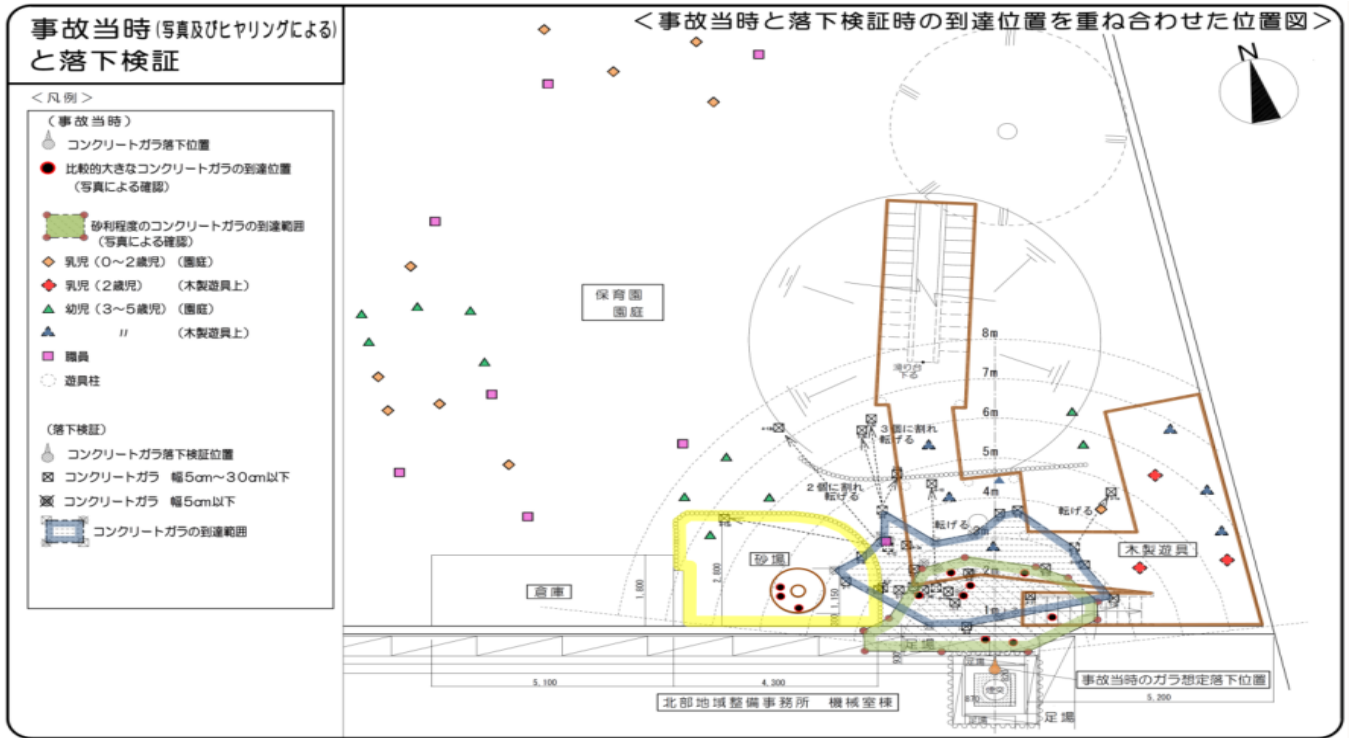
第4回の懇話会において、ガラが複数個同時に園庭へ落下している点などを考慮する必要があるとの意見を受け隣接保育園へ再ヒアリング、ガラ落下写真の再確認、北部地域整備事務所の工事用足場を利用したコンクリート片落下検証を行った。(図表4.5)

その結果を踏まえた、実証検査Ⅲについての最終的な考え方を次に示す。

■実証検査Ⅲについての最終的な考え方

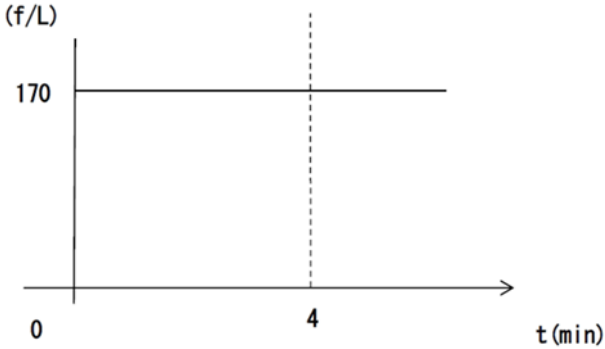
<p>1 回目のガラ 落下事故について</p>	<p>【ガラ落下状況について】 事故当時の写真及び保育園のヒアリングから、比較的大きなガラ(幅 10cm 程度以上)13 個が一度足場板でバウンドし、その後園庭に落下し、散らばったと考えられる。(P37 図表 4.4) ただし、足場でバウンドせずに直接園庭に落ちたガラもあることが考えられることから、図表 4.4 における番号 4~9 のガラについては直接園庭落ちた場合のケースも想定してアスベスト濃度を算定した。</p> <p>【アスベスト濃度について】 例えば、足場板でバウンドし、その地点から 50cm の高さの位置の濃度をガラ 1 個当たり 14,000 本/リットルの濃度とする。 よってガラが 13 個あるので $14,000 \text{ 本/リットル} \times 13 = 182,000 \text{ 本/リットル}$ という値になる。</p> <p>また、発生したアスベストの濃度は拡散し、理論上は距離の 3 乗に反比例して薄くなっていくと考えられる。 1m の場合 $182,000 \div (100\text{cm}/50\text{cm})^3 = 22,750 \text{ (本/リットル)}$ 2m の場合 $182,000 \div (200\text{cm}/50\text{cm})^3 = 2,843 \text{ (本/リットル)}$ と減少していく。</p> <p>14,000 本/L の濃度は測定時間 1 分間の平均濃度であるため、曝露した時間を 1 分間とする。 また、実際保育園へのヒアリングよりガラ落下後 2 分間から 3 分半経過したのち避難し始めていることが確認できおり、飛散拡散解析結果より園庭では当時 0.2m/秒から 0.4m/秒の風が吹いていたことも分かっているため、1 分経過後、アスベストは対流して園庭では、通常の外気の状態に戻っていると考えられる。</p>
<p>2 回目のガラ 落下事故について</p>	<p>落下した時刻では保育園職員が木製遊具の階段下で業者の対応をし、また、他の保育園職員 1 名が木製遊具の付近にいた。 その際に現場作業員が仮設養生シートを張り直したことでシートの下部に溜まっていたコンクリートガラが、足場の付近に落下したが、その際保育園園庭には落下しなかったということが分かっている。</p> <p>当時の状況から足場周囲に落下したガラの個数は把握できていないが、保育園園庭には落下しなかったことおよび落下状況のヒアリングより 1 回目を超えるガラ落下はなかったということから、2 回目のガラ落下事故の検証は、上記の 1 回目のガラ落下事故の検証と同じ方法をあてはめて行うこととする。 ただし、実際には園庭に直接落ちていないことがヒアリングによりわかっているため足場でバウンドした場合のみの考え方を採用した。</p>

図表 4.6 事故当時(図表 4.4)と落下検証時の到達位置(図表 4.5)を重ね合わせた位置図



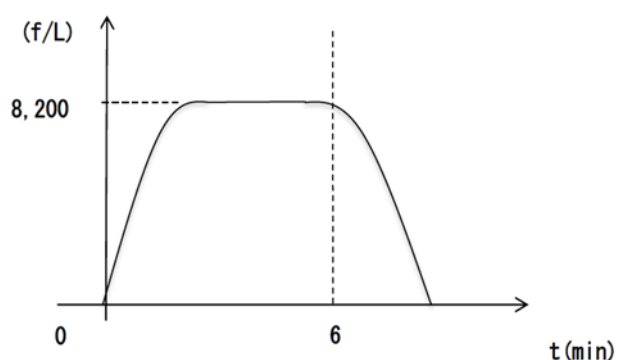
(4) **実証検査Ⅳ**における条件設定

煙突頂部開口部での上昇気流によるアスベスト飛散に対するアスベスト濃度結果及び、定常時4分間のアスベスト発生本数の考え方について以下に示す。

■煙突内の定常時におけるアスベスト発生量について	
測定結果(P23)	定常時 170 本/リットル(定常状態 4 分間測定)
風速(V)	0.8m/秒 (実測値)
煙突断面積(A)	$0.26\text{m} \times 0.26\text{m} \times 3.14 = 0.212\text{m}^2$
換気量(Q=V×A)	$0.8\text{m/秒} \times 0.212\text{m}^2 \times 60 \text{秒} \times 1,000 \text{リットル/m}^3 = 10,180 \text{リットル/分}$
定常時4分間のアスベスト発生本数	<p>【測定結果を表した図】</p>  <p>【図の各時間当たりのアスベスト本数の総和】</p> $170 \times 10,180 \times 4 = 6,922,400 \text{ 本}$
総発生量/時間	$6,922,400 \times 15 = 103,836,000 \text{ 本} \approx \text{約 1 億本/時}$

(5) **実証検査 V**における条件設定

煙突のはつり作業に伴い発生したはつりガラ等の清掃作業時におけるアスベスト濃度測定結果及び6分間の屋上清掃時におけるアスベスト発生量の考え方について以下に示す。

■煙突のはつり作業に伴い発生したはつりガラ等の清掃作業時におけるアスベスト発生量について	
測定結果(P23)	清掃開始から1分経過後 8,200 本/リットル(2 分間測定)
風速(V)	0.8m/秒 (実測値)
煙突断面積(A)	$0.26\text{m} \times 0.26\text{m} \times 3.14 = 0.212\text{m}^2$
換気量(Q=V×A)	$0.8\text{m/秒} \times 0.212\text{m}^2 \times 60 \text{ 秒} \times 1,000 \text{ リットル/m}^3 = 10,180 \text{ リットル/分}$
清掃時6分間のアスベスト発生本数	<p>【測定結果を表した図】</p>  <p>【図の各時間当たりのアスベスト本数の総和】</p> $8,200 \times 10,180 \times 6 = 500,856,000 \text{ 本}$
6月18日(土)の清掃作業におけるアスベスト発生本数	<ul style="list-style-type: none"> ・清掃作業をした面積を機械室棟の半分である 52m² とする。 ・2m×2m の範囲を清掃すると 30 秒で清掃完了する。(実際に清掃した値) ・よって 52m² を清掃すると 390 秒になるので $500,856,000 \times 390 \div 360 = 542,594,000 \text{ 本} \approx \text{約 5.4 億本}$

(6) **実証検査Ⅵ**における条件設定

外壁仕上塗材の剥離作業時におけるアスベスト濃度測定結果及び 39m 施工した際のアスベスト本数の考え方について以下に示す。

■ 外壁仕上塗材の剥離作業時におけるアスベスト発生量について	
測定結果(P24)	2 回目 気乾状態 3,200 本/リットル(1 分間測定)
電動カッターによる剥離作業時のアスベスト発生本数	<p>【実証検査正圧部分の体積】 $0.6 \times 4.2 \times 2.5 = 6.3\text{m}^3$</p> <p>【実証検査正圧部分の空気が均一だと仮定した場合のアスベスト発生本数】 $3,200 \times 1,000 \times 6.3 = 20,160,000$ 本</p> <p>【電動カッターによる剥離作業時のアスベスト発生本数】 実証検査時において 2 分間 (4.8m) 電動カッターによる剥離作業を実施した。</p> <p>平成 28 年 6 月 18 日 (土) の施行延長は 39m (施工実績) となるため、アスベスト本数を以下の通りとなる。</p> $20,160,000 \times 39 \div 4.8 = 163,800,000$ 本 \approx 約 1.6 億本

以上の結果より、飛散拡散解析を行うために必要な1時間当たりのアスベスト発生量及び作業時間等について6項目の実証検査に関してまとめたものを(図表 4.7)に示す。

これを利用し次節以降の飛散拡散解析を行った。

図表 4.7 アスベスト発生量等のまとめ(飛散拡散解析等の条件設定)

平成28年度 月・日		6月18日(土)	6月19日(日)	6月20日(月)	6月21日(火)
I	実証検査項目				
	煙突内へのコンクリート片の落下/作業時間	295分	—	—	—
	実証検査濃度	40,000本/リットル			
	落下個数	13個から39個			
アスベスト総発生量/時間		129~387億本/時			
II	実証検査項目				
	煙突のはつり/作業時間	295分	—	—	—
	実証検査濃度	86,000本/リットル			
	断熱材はつり時間(0.25秒~1秒/回+振動1秒/回)	39秒から778秒			
アスベスト総発生量/時間		1.2~23億本/時			
III	実証検査項目				
	隣接保育園へのコンクリート片の落下/回数	2回	—	—	—
	実証検査濃度	14,000本/リットル			
	到達濃度(50cm)	182,000本/リットル			
距離の3乗に反比例して減衰					
IV	実証検査項目				
	煙突内の上昇気流/時間	15時間	24時間	24時間	12時間
	実証検査濃度	170本/リットル	←	←	←
アスベスト総発生量/時間		1億本/時	←	←	←
V	実証検査項目				
	はつりガラの清掃/作業時間	20分	—	215分	—
	実証検査濃度	8,200本/リットル		←	
アスベスト総発生量		5.4億本		←	
VI	実証検査項目				
	外壁仕上塗材のはく離/作業時間	60分	—	—	—
	実証検査濃度	3,200本/リットル			
アスベスト総発生量		1.6億本			

5 飛散拡散解析の解析条件

飛散拡散解析を行うための解析条件について以下に示す。

(1)解析条件

①解析に用いるマシン	HPCT W210s
②解析に用いるソフトウェア	OpenFOAM version 4.1
③計算対象期間	平成 28 年 6 月 18 日 9 時から平成 28 年 6 月 21 日 12 時までの 75 時間
④計算領域	1300 m×1300 m×400 m の領域(北部地域整備事務所を含む、計算のバッファ領域を含む)
⑤解析対象領域	約 350 m×約 500 m×約 40 m の領域(北部地域整備事務所を含む)
⑥メッシュ数	約 800 万
⑦時間解像度	風速風向データの存在する 1 時間ごとに、計 75 ケースの定常解析を行う。
⑧計算条件	<ul style="list-style-type: none">・非圧縮性定常流れを仮定。・温度分布は考慮しない。・乱流を考慮した。・濃度の計算において、アスベストはパッシブスカラーであるとみなした。

次に、飛散拡散解析を行う上での前提条件を以下に示す。

(2)解析の前提条件

①	周辺建物形状から、計算に用いる形状モデルを作成した。
②	各時刻における風向、風速のデータから、境界条件は風ベクトルの鉛直分布を用いて各時刻における風速場、乱流場の解析を行った。
③	アスベスト飛散実証検査結果から、時間あたりのアスベスト放出量を設定、風速場、乱流場を加味し、アスベスト濃度の解析を行った。
④	解析する平面グリッドを 2m×2mとした。

次に、解析の基となる風向・風速計設置場所を(図表 5.1)に示す。
また、風向風速計設置位置について(図表 5.2)に示す。

図表 5.1 解析の基となる風向・風速計設置場所について



図表 5.2 解析の基となる風向・風速計設置位置について



6 解析入力データ

(図表 4.7)で記載したアスベスト発生量をもとに平成 28 年 6 月 18 日午前 9 時から平成 28 年 6 月 21 日午前 12 時までの 75 時間について、2 パターンに分けて飛散拡散解析をした際の入力データを示す。また、パターン分けについては以下のとおりとした。

パターン①

- ・現認できたはつりガラの大きなものと小さなものを平均した場合
- ・1 階出入口から外部に全て排気された場合
(6 月 20 日の機械室棟 1 階ではつりガラの詰め込み作業時の粉じん)

パターン②

- ・現認できた小さいはつりガラばかりとした場合
- ・煙突から外部に全て排気された場合
(6 月 20 日の機械室棟 1 階ではつりガラの詰め込み作業時の粉じん)

■パターン① 入力解析データ

6月18日(土)

※時間はその時刻の00分からの1時間を意味する(例:8→8:00~9:00)

観測データ						発生量 [f/s]			
年	月	日	時(※)	風向	風速	煙突	壁面	屋上	機械室前
2016	6	18	9	西北西	1.7	3648869	45500	0	0
2016	6	18	10	西北西	1.6	862167	0	0	0
2016	6	18	11	西北西	3	1976832	0	0	0
2016	6	18	12	北西	2	1976832	0	0	0
2016	6	18	13	西南西	3.3	2534164	0	0	0
2016	6	18	14	西南西	4.3	1140833	0	0	0
2016	6	18	15	西	3.5	1976832	0	0	0
2016	6	18	16	西南西	3.7	3648869	0	0	0
2016	6	18	17	西	3.5	1419499	0	150721	0
2016	6	18	18	西南西	4.4	28843	0	0	0
2016	6	18	19	西南西	2.2	28843	0	0	0
2016	6	18	20	西	2.5	28843	0	0	0

観測データ						発生量 [f/s]			
年	月	日	時(※)	風向	風速	煙突	壁面	屋上	機械室前
2016	6	18	21	西	1.4	28843	0	0	0
2016	6	18	22	北北西	1.8	28843	0	0	0
2016	6	18	23	北西	2.1	28843	0	0	0

<発生量[f/s]について>

発生量[f/s]については、3事故当時の作業状況と実証検査との関係(P25,26)における各時間帯における作業内容や事象に該当する実証検査IからVIで得られた1時間当たりの各実証検査ごとのアスベスト発生量(P27からP41)の合計値を毎秒当たりにした値となる。

6月19日(日)

※時間はその時刻の00分からの1時間を意味する(例:8→8:00~9:00)

観測データ						発生量 [f/s]			
年	月	日	時(※)	風向	風速	煙突	壁面	屋上	機械室前
2016	6	19	0	北	0.9	28843	0	0	0
2016	6	19	1	東南東	1.0	28843	0	0	0
2016	6	19	2	東南東	1.3	28843	0	0	0
2016	6	19	3	南東	0.8	28843	0	0	0
2016	6	19	4	西南西	2.6	28843	0	0	0
2016	6	19	5	南東	0.5	28843	0	0	0
2016	6	19	6	南東	1.4	28843	0	0	0
2016	6	19	7	北東	2.0	28843	0	0	0
2016	6	19	8	北東	2.9	28843	0	0	0
2016	6	19	9	北	3.0	28843	0	0	0
2016	6	19	10	北北西	3.4	28843	0	0	0
2016	6	19	11	北	2.2	28843	0	0	0

観測データ						発生量 [f/s]			
年	月	日	時(※)	風向	風速	煙突	壁面	屋上	機械室前
2016	6	19	12	北東	2.5	28843	0	0	0
2016	6	19	13	東北東	2.9	28843	0	0	0
2016	6	19	14	北東	3.6	28843	0	0	0
2016	6	19	15	東	1.3	28843	0	0	0
2016	6	19	16	西	1.9	28843	0	0	0
2016	6	19	17	南南東	0.8	28843	0	0	0
2016	6	19	18	南南東	1	28843	0	0	0
2016	6	19	19	北	0.8	28843	0	0	0
2016	6	19	20	東	1.3	28843	0	0	0
2016	6	19	21	東北東	0.8	28843	0	0	0
2016	6	19	22	東北東	1.1	28843	0	0	0
2016	6	19	23	東北東	1.2	28843	0	0	0

6月20日(月)

※時間はその時刻の00分からの1時間を意味する(例:8→8:00~9:00)

観測データ						発生量 [f/s]			
年	月	日	時 (※)	風向	風速	煙突	壁面	屋上	機械室前
2016	6	20	0	東	1.3	28843	0	0	0
2016	6	20	1	北東	1.4	28843	0	0	0
2016	6	20	2	南東	1.3	28843	0	0	0
2016	6	20	3	東南東	1.0	28843	0	0	0
2016	6	20	4	calm	0.3	28843	0	0	0
2016	6	20	5	南西	0.7	28843	0	0	0
2016	6	20	6	南	1.3	28843	0	0	0
2016	6	20	7	南	1.9	28843	0	0	0
2016	6	20	8	西南西	3.4	28843	0	0	0
2016	6	20	9	西南西	3.3	28843	0	0	1391267
2016	6	20	10	西	3.7	28843	0	0	1391267
2016	6	20	11	南西	3.0	28843	0	0	1391267

観測データ						発生量 [f/s]			
年	月	日	時 (※)	風向	風速	煙突	壁面	屋上	機械室前
2016	6	20	12	西南西	3.2	28843	0	0	0
2016	6	20	13	南西	3.9	28843	0	0	811572
2016	6	20	14	西南西	3.1	28843	0	0	0
2016	6	20	15	南西	4.8	28843	0	0	0
2016	6	20	16	西南西	4.8	28843	0	0	0
2016	6	20	17	西南西	1.9	28843	0	0	0
2016	6	20	18	南西	2.8	28843	0	0	0
2016	6	20	19	西南西	3.1	28843	0	0	0
2016	6	20	20	西南西	1.7	28843	0	0	0
2016	6	20	21	南南西	1.2	28843	0	0	0
2016	6	20	22	南南西	1.3	28843	0	0	0
2016	6	20	23	南	1.6	28843	0	0	0

6月21日(火)

※時間はその時刻の00分からの1時間を意味する(例:8→8:00~9:00)

観測データ						発生量 [f/s]			
年	月	日	時(※)	風向	風速	煙突	壁面	屋上	機械室前
2016	6	21	0	西	1.7	28843	0	0	0
2016	6	21	1	西南西	1.5	28843	0	0	0
2016	6	21	2	南南東	2.4	28843	0	0	0
2016	6	21	3	南南東	1.5	28843	0	0	0
2016	6	21	4	北東	2.8	28843	0	0	0
2016	6	21	5	東	3.2	28843	0	0	0
2016	6	21	6	東南東	4.2	28843	0	0	0
2016	6	21	7	北北西	2.2	28843	0	0	0
2016	6	21	8	西	2.6	28843	0	0	0
2016	6	21	9	西	4.3	28843	0	0	0
2016	6	21	10	西	4.7	28843	0	0	0
2016	6	21	11	南西	2.4	28843	0	0	0

■パターン② 入力解析データ

6月18日(土)

※時間はその時刻の00分からの1時間を意味する(例:8→8:00~9:00)

観測データ						発生量 [f/s]			
年	月	日	時(※)	風向	風速	煙突	壁面	屋上	機械室前
2016	6	18	9	西北西	1.7	11434110	45500	0	0
2016	6	18	10	西北西	1.6	2067663	0	0	0
2016	6	18	11	西北西	3	5869310	0	0	0
2016	6	18	12	北西	2	5869310	0	0	0
2016	6	18	13	西南西	3.3	7632138	0	0	0
2016	6	18	14	西南西	4.3	2949097	0	0	0
2016	6	18	15	西	3.5	5869310	0	0	0
2016	6	18	16	西南西	3.7	11434110	0	0	0
2016	6	18	17	西	3.5	3830491	0	150721	0

6月20日(月)

観測データ						発生量 [f/s]			
年	月	日	時(※)	風向	風速	煙突	壁面	屋上	機械室前
2016	6	20	9	西南西	3.3	1420110	0	0	0
2016	6	20	10	西	3.7	1420110	0	0	0
2016	6	20	11	南西	3.0	1420110	0	0	0
2016	6	20	12	西南西	3.2	0	0	0	0
2016	6	20	13	南西	3.9	840416	0	0	0

7 アスベスト濃度分布

以下に飛散拡散解析で得られた6月18日9時～10時における発生量パターン1の場合の解析結果を示す。左側の図が地上高さ1.25m地点でのアスベスト濃度分布を示しており、右側の図が地上高さ6.25m地点でのアスベスト濃度分布を示している。飛散拡散解析は地上より50cmごとのアスベスト濃度を算定しているが、人の高さ付近及び煙突上部付近の高さを抜粋して示した。

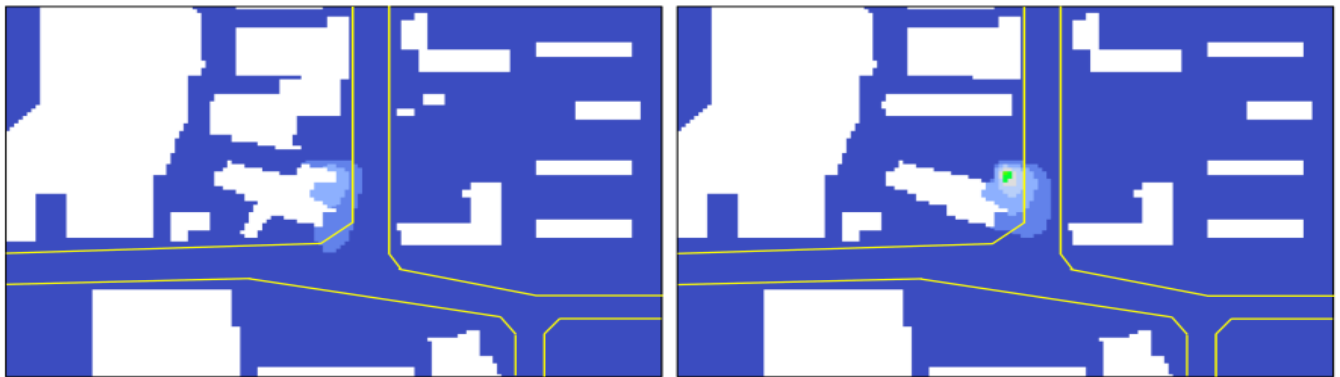
6月18日9時～10時

アスベストの水平分布

発生量パターン1

地上高さ 1.25 m

地上高さ 6.25 m



8 アスベスト曝露量推計にあたっての前提条件の整理

アスベスト濃度を利用しアスベスト曝露量を推計するため、事故当時おられた周辺地域住民及び隣接施設利用者のうち健康リスク評価の対象となり得る方を行動別にケース分けしたパターンについて以下に示す。

(1)アスベストの飛散水平分布状況から施設別の整理

アスベスト濃度分布より、今回健康リスク評価を行っていく上で、対象施設を以下の 10 施設に整理した。

- 隣接施設A(保育園) ……①
- 隣接施設B(集合住宅) ……②
- 隣接施設C(集合住宅) ……③
- 隣接施設D(集合住宅) ……④
- 隣接施設E(集合住宅) ……⑤
- 隣接施設F(集合住宅) ……⑥
- 隣接施設G(集合住宅) ……⑦
- 広場・駐車場 ……⑧
- 道路 (市道新金岡 80 号線) ……⑨
- 施設H(北部地域整備事務所) ……⑩



(2)対象施設の利用者の行動別の整理

各対象施設ごとにヒアリング結果等を考慮し行動別にケース分けしたものを以下に示す。

隣接施設A（保育園）		
【ケース 1】	乳児 0,1 歳	6/18・20・21 登園
【ケース 2】	乳児 2 歳	6/18・20・21 登園
【ケース 3】	幼児 3,4,5 歳	6/18・20・21 登園
【ケース 4】	乳児 0,1,2 歳	6/20・21 登園
【ケース 5】	幼児 3,4,5 歳	6/20・21 登園
【ケース 6】	送迎者	6/18・20・21 登園
【ケース 7】	園職員	6/18・19・20・21 登園
【ケース 8】	園職員	6/18・20・21 登園
【ケース 9】	園職員	6/18・19・20・21 登園
【ケース 10】	園職員	6/20・21 登園

※6月18日についてはコンクリート片落下時の濃度を考慮した。
また、送迎者の東側道路の利用を考慮した。

隣接施設B～G（集合住宅）、広場・駐車場、道路（市道新金岡 80 号線）		
【ケース 1】	B入居者	6/18・19・20 在室
【ケース 2】	C入居者	6/18・19・20 在室
【ケース 3】	D入居者	6/18・19・20 在室
【ケース 4】	E入居者	6/18・19・20 在室
【ケース 5】	F入居者	6/18・19・20 在室
【ケース 6】	G入居者	6/18・19・20 在室
【ケース 7】	広場・駐車場	
【ケース 8】	道路	

※集合住宅居住者の曝露量の検証は、個別の検証の必要性を考慮しながら進めた。

施設H（北部地域整備事務所）		
【ケース 1】	1階職員	6/18・20・21 勤務
【ケース 2】	2階職員	6/18・20・21 勤務
【ケース 3】	空調点検	6/18 点検
【ケース 4】	1階職員	6/20・21 在室
【ケース 5】	1階職員	6/20・21 在室
【ケース 6】	2階職員	6/20・21 在室

※ケース4(1階職員)6月20日については機械室棟内作業中の濃度について換気量を考慮した。

(3) ケース別のアスベスト曝露量算出条件の整理

ケース別の曝露量を算出するための条件について以下に示す。

<条件>

- ・ 対象施設の室内のアスベスト濃度は、窓が開いていたものとして屋外のアスベスト濃度の内、最大値を採用した。
- ・ 曝露量を算出するに当たり、測点の1時間当たりのアスベスト濃度を累計する際、例えば、9時から10時の途中で屋外から屋内に移動した場合、アスベスト濃度の高い側である屋外のアスベスト濃度を採用した。

隣接施設A (保育園)	
【ケース 1】乳児 0,1 歳	
6月18日	(園庭(9～11時)+1階保育室(11～15時)+園庭(15～18時)+1階保育室(18～19時))+コンクリート片落下時の濃度
6月20日	(1階保育室(7～16時)+園庭(16～17時)+1階保育室(17～19時))
6月21日	(1階保育室(7～12時))
【ケース 2】乳児 2 歳	
6月18日	(園庭(9～11時)+1階保育室(11～15時)+園庭(15～18時)+1階保育室(18～19時))+コンクリート片落下時の濃度
6月20日	(園庭(7～9時)+1階保育室(9～10時)+屋外(10～11時)+1階保育室(11～17時))+園庭(17～19時))
6月21日	(1階保育室(7～12時))
【ケース 3】幼児 3,4,5 歳	
6月18日	(園庭(9～12時)+1階保育室(12～15時)+園庭(15～18時)+1階保育室(18～19時))+コンクリート片落下時の濃度
6月20日	(園庭(7～11時)+1階保育室(11～17時)+園庭(17～19時))
6月21日	(園庭(7～12時))
【ケース 4】乳児 0,1,2 歳	
6月20日	1階保育室(7～16時)+園庭(16～17時)+1階保育室(17～19時))
6月21日	(1階保育室(7～12時))
【ケース 5】幼児 3,4,5 歳	
6月20日	(園庭(7～11時)+1階保育室(11～17時)+園庭(17～19時))
6月21日	(園庭(7～12時))
【ケース 6】送迎者 ※濃度の高い1時間を累計した。	
6月18日	園庭(9～10時)または 道路(9～10時)+園庭(16～17時)または 道路(16～17時)
6月20日	園庭(9～10時)または 道路(9～10時)+園庭(16～17時)または 道路(16～17時)
6月21日	園庭(9～10時)または 道路(9～10時)

【ケース 7】園職員 ※濃度の高い1時間を累計した。	
6月18日	(園庭(9～12時)+1階保育室(12～15時)+園庭(15～18時) +1階保育室(18～19時))+コンクリート片落下時の濃度
6月20日	(園庭(7～11時)+1階保育室(11～17時)+園庭(17～19時))
6月21日	(園庭(7～12時))
【ケース 8】園職員	
6月18日	(事務室(9～19時)) +コンクリート片落下時の濃度
6月20日	(事務室(7～19時))
6月21日	(事務室(7～12時))
【ケース 9】園職員	
6月18日	(事務室(9～19時))
6月20日	(事務室(7～19時))
6月21日	(事務室(7～12時))
【ケース 10】園職員	
6月20日	(園庭(7～11時)+1階保育室(11～17時)+園庭(17～19時))
6月21日	(園庭(7～12時))

隣接施設BからG(集合住宅)、広場・駐車場、道路(市道新金岡 80 号線)	
【ケース 1】隣接施設B(集合住宅)から【ケース 6】隣接施設G(集合住宅) ※駐車場の加算する時間帯を室内から1時間除き算出した。 ※集合住宅居住者の曝露量の検証は、個別の検証の必要性を考慮しながら進めた。	
6月18日	(※室内(9～24時)+駐車場(1時間))
6月19、20日	(※室内(0～24時)+駐車場(1時間))
6月20日	(※室内(0～12時)+駐車場(1時間))
【ケース 7】広場・駐車場	
6月18日	(屋外(9～24時))
6月19、20日	(屋外(0～24時))
6月20日	(屋外(0～12時))
【ケース 8】道路(市道新金岡 80 号線)	
6月18日	(屋外(9～24時))
6月19、20日	(屋外(0～24時))
6月20日	(屋外(0～12時))

施設H(北部地域整備事務所)	
【ケース 1】(1階職員)	
※1階東側執務室の加算する時間帯を1階西側執務室から1時間除き算出した。	
6月18日	(1階西側執務室(9～10時)+屋外(10時～11時)+1階西側執務室(11～14時) +屋外(14時～15時) +1階西側執務室(15～20時))
6月20日	(※1階西側執務室(8～20時)+1階東側執務室(1時間))
6月21日	(1階西側執務室(8～12時))
【ケース 2】(2階職員)	
6月18日	(2階西側執務室及び東側執務室(9～20時))
6月20日	(2階西側執務室及び東側執務室(8～20時))
6月21日	(2階西側執務室及び東側執務室(8～12時))
【ケース 3】(空調点検)	
6月18日	点検 (屋外(10～15時))
【ケース 4】(1階職員)	
6月20日	(※1階西側執務室(8～20時)+1階東側執務室(1時間) +機械室棟室内) ※機械室棟内作業中濃度についての換気量を考慮した。
6月21日	(1階西側執務室(8～12時))
【ケース 5】(1階職員)	
6月20日	(※1階西側執務室(8～20時)+1階東側執務室(1時間))
6月21日	(1階西側執務室(8～12時)) ※1階東側執務室の加算する時間帯を1階西側執務室から1時間除き算出した。
【ケース 6】(2階職員)	
6月20日	(2階西側執務室及び東側執務室(8～20時))
6月21日	(2階西側執務室及び東側執務室(8～12時))

以上、ケース別に4日間のアスベスト総曝露量を算出した。

9 アスベスト曝露量の算出結果

北部地域整備事務所アスベスト飛散の検証に係る行動別曝露量集計表

(本/L*hr)

施設別 ケース 番号	グループ	対象者	曝露量1	曝露量2
隣接施設A(保育園)				
6月18日・19日・20日・21日対象				
1	園児	0~5歳児	0.00~31.74	0.09~65.34
2				
3				
4				
5				
6	保護者	送迎者	0.00~31.74	0.09~65.34
7	園職員	保育士(0~5歳児)		
8	園職員	事務室職員	0.00~31.74	0.09~65.34
9				
10				
隣接施設B~G(集合住宅)				
6月18日・19日・20日・21日対象				
1	5~13階建	入居者	11.58~20.63	24.98~45.87
2				
3				
4				
5				
6				
隣接施設H(北部地域整備事務所)				
6月18日・19日・20日・21日対象				
1	職員・委託業者	1,2階職員・空調点検者	0.10~18.20	50.23~963.34
2				
3				
4				
5				
6				

第4章 アスベスト飛散事故における健康リスク評価

アスベスト飛散事故における周辺地域住民、隣接施設利用者等の健康への影響について、「第3章 アスベスト飛散事故の推定曝露量の算出」のとおり、事故後のヒヤリング、実証検査及び飛散拡散解析結果により、考え得る的確な状況を想定して算出した曝露量に基づき、健康リスクの評価を行った。

健康リスクの評価については、近畿大学医学部 東准教授により評価を行い、次頁以降に以下の内容の評価結果を添付する。

なお、第2章2「煙突内部調査について」により煙突内部にアスベストの残存が確認されたが、空気環境測定においても周辺へのアスベストの漏洩は確認されておらず、健康リスク評価への影響を考慮する必要のないレベルであり、第2章3「隣接保育園園庭の大気測定結果について」も検出されたアスベスト繊維数及び当時の園庭の状況から、健康リスク評価への影響を考慮する必要のないレベルであった。

1. アスベストによる健康被害
2. リスクの判断基準について
3. リスク評価に用いる評価値について
4. 年齢による評価値の補正について
5. リスク評価結果および見解

堺市北部地域整備事務所アスベスト飛散事故における健康リスク評価

近畿大学医学部
東 賢一

1. アスベストによる健康障害

アスベスト（石綿）の吸入で生じる代表的な疾患としては、石綿肺、悪性腫瘍である肺がんと悪性中皮腫がある。石綿肺は、肺が線維化する肺線維症（じん肺）の一種であり、高濃度のアスベスト粉じんを職業上10年以上吸入した労働者に生じるといわれている。国際化学物質安全性計画（ICPS）が1986年に公表した報告書では、作業環境の大幅な改善により、石綿肺は重要なアスベスト関連疾患の死因ではなくなるであろうと述べている（IPCS, 1986）。また、1998年の報告書では、アスベストの吸入による石綿肺様の変化は、気中濃度として5,000~20,000本/Lのクリソタイルに長期間曝露した際にみられると報告している（IPCS, 1998）。

肺がんでは、アスベスト以外の原因による肺がんとアスベスト曝露による肺がんの臨床像の違いはみられない。通常、アスベストに曝露し始めてからの潜伏期間は15~40年といわれている。また、アスベストとたばこの煙の両方を吸入すると著しく肺がんのリスクが高まることが知られている。

悪性中皮腫は、胸膜、腹膜、心膜、精巣固有鞘膜腔を覆う中皮表面およびその下層の組織から発生する悪性腫瘍で、胸膜に発生する悪性中皮腫が大半である。通常、悪性中皮腫発生の潜伏期間はアスベストに曝露し始めてから20~50年といわれている。

アスベストに曝露した労働者において、細胞性免疫の低下が報告されている。アスベスト曝露による免疫系の異常は、石綿肺を発症していない労働者では通常軽度か消失した状態ではあるが、免疫機能の低下は悪性腫瘍の発生や進展の要因になる可能性が懸念されている。アスベストの吸入による神経系や生殖発生への影響は人および実験動物のいずれにおいても報告されていない（ATSDR, 2001）。

以上のことから、本件では、アスベストの発がん影響（肺がんと悪性中皮腫）を指標として健康リスク評価を実施する。

2. リスクの判断基準について

世界保健機関（WHO）や各国におけるアスベストの有害性評価において、アスベストは閾値（影響を発現しはじめる境界となる値、これ以下の値であれば影響が発現しないと考えられる値）が存在しない発がん物質と判断されている。そのため、実質的に安全とみなされる量（実質安全量）を算出し、その数値をもとにリスク評価を行う。

アスベストをはじめ、閾値のない発がん物質のリスクは、本来は限りなく0に近いことが望ましいが、現在日本では、有害物質による生涯過剰発がんリスクが10万分の1以上であるときは、何らかの対策をとるべきであると考えられている。そのため、生涯曝露における過剰発がんリスクにおいて、10万人に1人の発がんが想定される数値で大気環境基準を定めている（環境省中央環境審議会, 1996）。

環境省では、化学物質による環境汚染を通じて人の健康や生態系に好ましくない影響が発生することを未然に防止するため、平成13年度から環境リスクの初期評価を実施してきた。初期リスク評価では、多数の化学物質の中から相対的に環境リスクが高い可能性がある物質を、科学的な知見に基づいてスクリーニング（抽出）するための取り組みである。

健康リスクの初期評価において、有害性に閾値がないと考えられる発がん物質では、生涯曝露の過剰発生率が10万分の1以上であるときは、詳細な評価を行う候補と考えられる、100万分の1~10万分の1の間では、情報収集に努める必要があると考えられる、100万分の1未満では、現時点では作業の必要はないと判定している（環境省環境リスク評価室, 2014）。

本件の健康リスク評価では、日本の大気環境基準における設定基準を基本とすうえで、人の健康に及ぼすリスクについてスクリーニング的な評価を行っている環境省の健康リスク初期評価の判定基準も参照し、総合的に健康リスクの程度を判断する。

3. リスク評価に用いる評価値について

アスベストの発がんリスクについて、WHOは、10万分の1の発がんリスク（肺がんと中皮腫）に相当する生涯曝露濃度を0.045~0.45本/L（混合繊維）と報告している（WHO, 2000）。また米国環境保護庁（USEPA）は、同様に0.043本/L（混合繊維）と報告している（USEPA, 1993）。クリソタイルは角閃石系アスベスト（クロシドライト、アモサイト）よりも発がん性が低いと考えられている。しかしWHOは、安全側に評価するために、クリソタイルは角閃石系と同じ発がんリスクと仮定している。これらの値を導出するにあたっては、使用した計算モデルや統計学的な判断において、人の個体差等の不確実性を考慮して安全側（低濃度側）に発がんリスクを導出している。

Hughes (ヒューズ) は学校内に使用されているアスベスト (混合繊維) による子供への曝露に対するリスクを評価した結果、6年間就学、年間36週間、週35時間の曝露時間(7,560時間の累積曝露)の間、1本/Lのアスベストに曝露した場合、100万人あたりの生涯発がん数は5人と報告している(Hughes and Weill, 1986)。従って、10万分の1の発がんリスク(肺がんと中皮腫)に相当する生涯曝露濃度は0.025本/Lと計算される。これらの数値から、アスベストの生涯曝露濃度と10万人あたりの生涯発がん数を計算すると、図1のようになる。なお、WHOの値は低濃度側(安全側の評価)で示した。

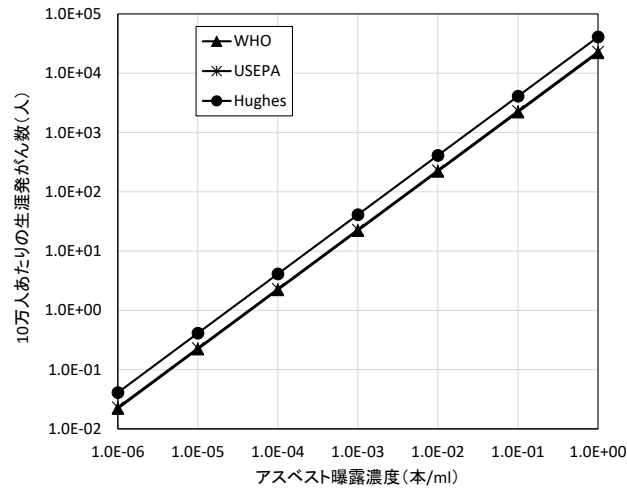


図1 アスベストの曝露濃度と生涯過剰発がんリスク

本件ではアモサイトが飛散したが、WHOはクリソタイトの発がんリスクを角閃石系(クロシドライト、アモサイト)と同じと仮定してアスベストの発がんリスクを導出している。従って、本件における健康リスク評価は、アモサイトの発がん性を念頭においている。なお、乳幼児の体重あたりの呼吸量は成人よりも多いことから、年齢による補正を実施する(次項参照)。

4. 年齢による評価値の補正について

人における体重あたりの呼吸量は小児では年齢の低下とともに増加する。成人に対する乳幼児の体重あたり呼吸量の倍数については、複数の調査報告がある。Brochu (ブロシュ)ら(2006)は、成人に対して0歳児で2.2倍、1歳から5歳児で2.1倍と報告している。米国環境保護庁(USEPA, 2009; USEPA, 2011)は、成人に対して最大で6倍と報告している(図2、表1)。本事例では、石綿の乳幼児への影響に関しては十分な研究データが無いことから、乳幼児への影響については安全側に評価することとし、米国環境保護庁の曝露因子ハンドブックが算出した年齢別呼吸量をもとに、0歳児及び1歳児で6倍、2歳児で5倍、3~5歳児で4倍の補正係数を曝露量に適用する。

表1 成人に対する体重あたり呼吸量の倍数

	男性	女性
0歳児	4.9	5.7
1歳児	5.3	6.0
2歳児	4.3	4.8
3~5歳児	3.1	3.5

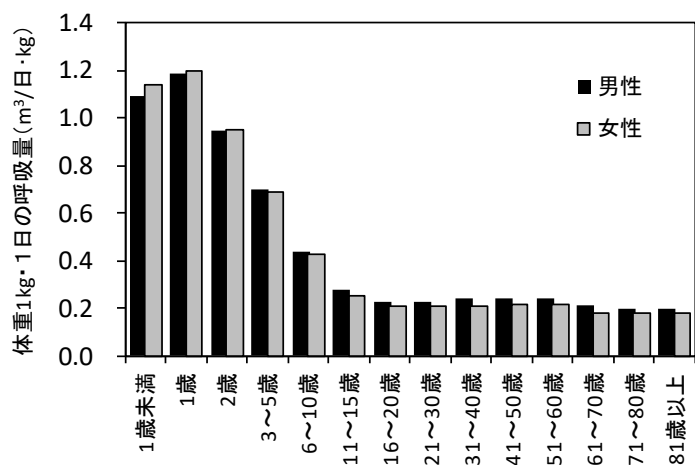


図2 年齢別の体重あたり呼吸量

5. リスク評価結果および見解

保育所の園児については Hughes のリスク評価値、保育所の送迎者、保育所の職員、集合住宅の住民、堺市の職員に対しては WHO のリスク評価値を用いて本件における曝露推計から算出した総曝露量（曝露量 1 および曝露量 2）をもとに、生涯過剰発がんリスクを算出した（表 2-1～表 2-3）。図 3 には、それぞれ曝露量 1 と曝露量 2 における曝露集団単位での生涯過剰発がんリスクをグラフで示した。なお、成人に対する体重当たりの呼吸量の補正係数として 0 歳及び 1 歳児では 6、2 歳児で 5、3～5 歳児で 4 の補正係数を曝露量 1 及び曝露量 2 に適用して発がんリスクを算出した。それぞれの曝露ケースのうち最も総曝露量が多い推計量であっても、生涯過剰発がんリスク 10 万分の 1 を大きく下回っており、100 万分の 1 をも下回っていた。従って、本件の石綿曝露で生じた健康リスクは、健康面での経過観察や健康管理等の対応を今後とる必要はないと考えられるレベルであり、現時点では、さらなる情報収集や評価等の作業の必要はないと判断できるレベルであった。

なお、2015 年 10 月に WHO が石綿の有害性に関する再評価を実施したが、現在設定されている石綿の空気質ガイドラインを見直す必要はないと判断している（WHO Expert Consultation: available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines. Meeting report, World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, 2016.）。将来、石綿の有害性に関して、これまでの知見よりも低濃度で発がん等の有害な影響が生じるなど、信頼できる新たな科学的知見が見いだされた場合には、健康リスクの再評価を実施するかどうかを検討することが望ましいと考えられる。

表 2-1 発がんリスクの評価結果（隣接施設 A(保育園)）

ケース番号	グループ	対象者	生涯過剰発がんリスク	
			曝露量 1	曝露量 2
1	園児	0～5 歳児	0.0～8.3 × 10 ⁻⁸	0.0～1.7 × 10 ⁻⁷
2				
3				
4				
5				
6	保護者	送迎者	0.0～8.3 × 10 ⁻⁸	0.0～1.7 × 10 ⁻⁷
7	園職員	保育士(0～5 歳児)		
8	園職員	事務室職員		
9	園職員	事務室職員	0.0～8.3 × 10 ⁻⁸	0.0～1.7 × 10 ⁻⁷
10				

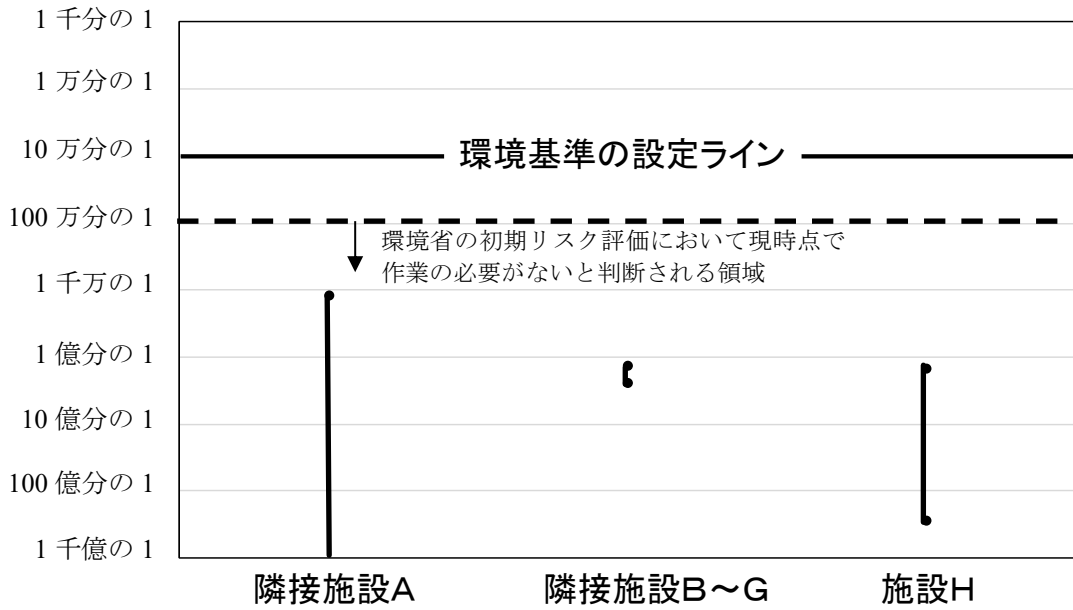
表 2-2 発がんリスクの評価結果（隣接施設 B～G(集合住宅)）

ケース番号	グループ	対象者	生涯過剰発がんリスク	
			曝露量 1	曝露量 2
1	5～13 階建	入居者	4.2 × 10 ⁻⁹ ～7.5 × 10 ⁻⁹	9.1 × 10 ⁻⁹ ～1.7 × 10 ⁻⁸
2				
3				
4				
5				
6				

表 2-3 発がんリスクの評価結果（施設 H(北部地域整備事務所)）

ケース番号	グループ	対象者	生涯過剰発がんリスク	
			曝露量 1	曝露量 2
1	職員・委託業者	1,2 階職員、空調点検者	3.6 × 10 ⁻¹¹ ～6.6 × 10 ⁻⁹	1.8 × 10 ⁻⁸ ～3.5 × 10 ⁻⁷
2				
3				
4				
5				
6				

(A) 曝露量1の過剰発がんリスク



(B) 曝露量2の過剰発がんリスク

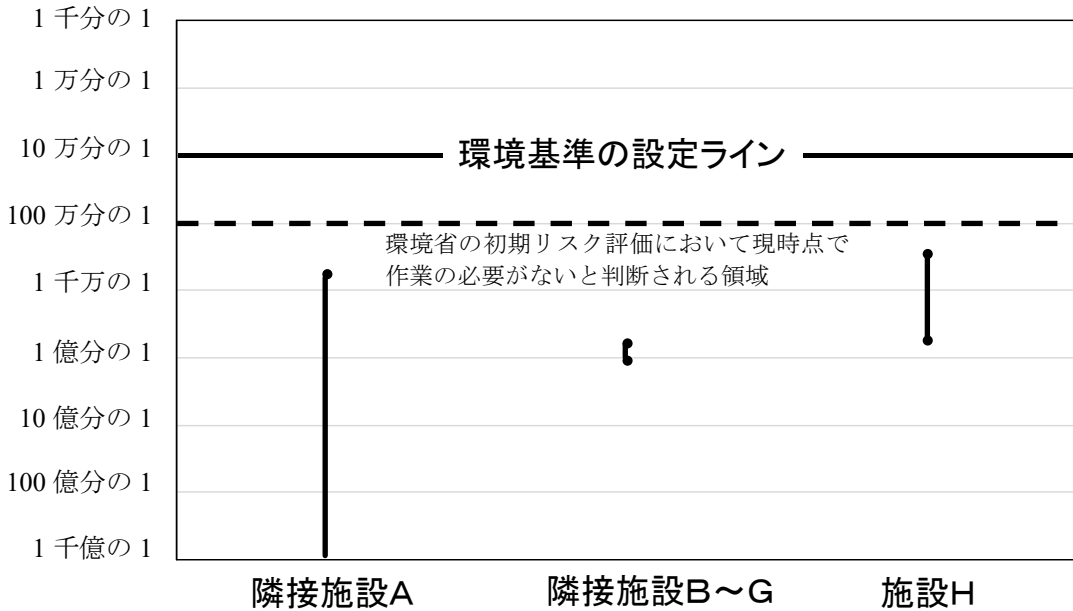


図3 施設単位での発がんリスクの分布 ((A)曝露量1、(B)曝露量2)

参考文献

- ATSDR (2001) Toxicological Profile for Asbestos. U.S. Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta.
- Brochu P, Ducré-Robitaille JF, Brodeur J (2006) Physiological daily inhalation rates for free-living individuals aged 1 month to 96 years, using data from doubly labeled water measurements: A proposal for air quality criteria, standard calculations and health risk assessment. *Hum Ecol Risk Assess* 12: 675–701.
- Hughes JM and Weill H (1986) Asbestos exposure-quantitative assessment of risk. *Am Rev Respir Dis* 133:5–13.
- IPCS (1986) Asbestos and other natural mineral fibers. Environmental Health Criteria 53, World Health Organization, Geneva.
- IPCS (1998) Chrysotile asbestos. Environmental Health Criteria 203, World Health Organization, Geneva.
- WHO (2000) Air Quality Guidelines for Europe 2nd edition., WHO Regional Publication, Europeans Series, No. 91, Copenhagen.
- USEPA (1993) Integrated Risk Information System. Asbestos, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.
- USEPA (2009) Metabolically Derived Human Ventilation Rates: A Revised Approach Based Upon Oxygen Consumption Rates (Final Report) 2009. EPA/600/R-06/129F, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- USEPA (2011) Exposure Factors Handbook: 2011 Edition. EPA/600/R-090/052F, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- 環境省中央環境審議会 (1996) 今後の有害大気汚染物質対策のあり方について (第二次答申) . 中環審第 82 号, 平成 8 年 10 月 18 日.
- 環境省環境リスク評価室 (2014) 化学物質の環境リスク初期評価ガイドライン (平成 26 年 12 月版)

第5章 アスベスト飛散事故での課題に対する再発防止策及び今後の対応について

アスベスト飛散事故における健康リスク評価において、「周辺地域住民及び隣接施設の利用者等のアスベスト推定曝露量は、健康面での経過観察や健康管理等の対応を今後取る必要はないと判断できる健康リスクのレベルであり、現時点では、さらなる情報収集や評価等の作業も必要ないと判断できるものである。」という内容で評価された。この評価を踏まえて、対象期間において隣接保育園利用者及び北部地域整備事務所に勤務していた市職員(以下、「対象者」という。)を対象にアスベスト飛散事故による健康面に対する不安解消に努めるため、令和2年9月29日の保育園関係者説明会で示した、下記の「今後の対応」を実施する。

1 今後の対応

(1) 対象者名簿の整備

対象者の住所・氏名等に関する名簿の整備を行います。
(住所、氏名、生年月日、連絡先等)

(2) 健康管理手帳の交付

全ての名簿記載者に健康管理手帳の交付についてご案内のうえ交付します。

(3) 調査票の送付

名簿記載者を対象に、本市が毎年、現況調査票を配付し、現住所の変更の有無、相談事項等の把握を行います。

(4) 健康リスク相談、心理相談の実施

名簿記載者に対して年2回相談会の案内を送付し希望者に対し、医師等による個別相談を実施いたします。

(5) 健康診断の実施

事故発生から10年経過後の令和8年度以降、全ての名簿記載者に読影の実施についてご案内のうえ、希望者に対して健康診断等で撮影した胸部X線写真のアスベスト専門医による読影を行います。経過を見るため、読影した胸部X線写真のデータは本市において保管いたします。

- ※ アスベスト関連疾患の所見が現れるのは、早くてもばく露を受けてから10年経過後とされており、X線写真撮影には、一定量の放射線被ばくを伴うことから、読影には定期的な健康診断等で撮影した胸部X線写真の複製を用いることとしています。
- ※ 健康診断等の機会がない場合は本市にご相談ください。
- ※ 胸部X線写真の複製等に係る費用は市が負担します。

(6) 因果関係の検証、救済制度給付のサポート

名簿記載者にアスベスト関連疾患の罹患が認められ、かつ、本事案以外のばく露が原因でないと認められる場合において、本市は他の給付金で支払われる部分(独立行政法人環境再生保全機構等による石綿健康被害救済制度の給付金等)を除き、医療費、入通院交通費、葬祭費、休業損害、逸失利益、慰謝料等について、当事者と合意に至った費用を負担します。

また、独立行政法人環境再生保全機構への認定申請等を本市がサポートします。

これらについては、本事案によるばく露を受けた当事者に寄り添い、誠意をもって対応してまいります。

- ※ アスベスト関連疾患の発症が疑われる場合、最寄りの医療機関を受診いただくとともに本市(建築監理課)へご相談ください。
- ※ アスベスト関連疾患の罹患が認められた場合、まず、本事案以外のばく露が原因でないか確認を行うため、居住歴、職歴などをお伺いすることがあります。その上で、医療機関の診断結果と合わせて専門家の意見をいただきます。
- ※ 必要に応じて、中立的な第三者の専門家を交えて早期合意形成に向け対応いたします。

(7) 事故に関する窓口の設置

本事案に関連する窓口を建築監理課に設置し、関連部署と横断的に連携し対応してまいります。

<連絡先> 建築都市局建築部建築監理課 TEL072-228-7524 FAX 072-228-7897
Mail: kenkan@city.sakai.lg.jp

(8) 有識者との連携

懇話会の有識者等、アスベスト疾患に関して専門的知見を有する者をアドバイザーとして委嘱し、本市の求めに応じ指導及び助言を受けられるような体制をつくります。

(9) 記録の保存

本事案に係る関連資料等を永年保管いたします。

(10) 健康に対する情報発信

本市ホームページに本事案に係る懇話会関連の情報及びアスベスト関連情報を掲載いたします。

※懇話会の内容(配布資料及び議事録)については、以下の本市ホームページに掲載している。

<http://www.city.sakai.lg.jp/shisei/gyosei/shingikai/kenchikutoshikyoku/kenchiku/hokubukonwakai/index.html>

2 課題及び再発防止策

堺市北部地域整備事務所でのアスベスト飛散事故は、工事施工過程だけでなく、実務上の様々な場面において見直すべき課題があった。

次の「(1) 事実関係の整理」、「(2) 課題の整理」、「(3) 課題に対する再発防止策」の3つの観点で事故についての整理、課題の抽出、その課題に対する対応策を示す。

(1) 事実関係の整理

(ア) コンクリート片落下及びアスベストの飛散について

- ・ 煙突周囲の養生や足場の設置状況等の確認が不十分であった。
- ・ 設計、工事発注段階での改修対象部分の確認が不十分であった。
- ・ アスベストに関する過去の調査資料が共有、活用されていなかった。
- ・ 事故後の対応も含め周辺への工事に関する情報提供が不十分であった。

(イ) 煙突内アスベストの残存について

- ・ アスベスト除去工事においてアスベスト除去の十分な確認がされていなかった。

(2) 課題の整理

(1) 事実関係の整理における課題をとらまえ、以下の項目について対策を実施している。

- (ア) 工事施工時及び事故発生後の対応
- (イ) アスベストに関する知識や認識
- (ウ) アスベスト除去の確認

(3) 課題に対する再発防止策

(2) 課題の整理における(ア)から(ウ)の項目について、市有建築物の解体・改修工事実施時に下記の取り組みを行っている。

(ア) 工事施工時及び事故発生後の対応について

- ・ 工事関係者に対して工事着手前の緊急連絡体制を含む工事関係書類の提出について周知徹底
- ・ 受注者に対して有資格者によるアスベスト事前調査を義務付け

- ・ 入札参加者に対して入札関係書類により事前調査や飛散防止措置の必要性について周知を行うことによりアスベストに対する認識向上を推進
- ・ 地域住民等と丁寧かつ正確なリスクコミュニケーションを実施

(イ) アスベストに関する知識や認識について

- ・ 設計時、工事施工時のチェックリスト、マニュアルの整備
- ・ 環境部局との情報共有による、事前調査の実施確認の徹底
- ・ 特定建築物石綿含有建材調査者や石綿作業主任者の資格取得

(ウ) アスベスト除去の確認について

- ・ 煙突断熱材の除去工事に際して、第三者のアスベスト専門家による除去確認を実施
- ・ アスベストの専門家による除去工事現場での実地研修を実施

(4) アスベスト対策の総合的な取組

平成29年度に堺市アスベスト対策推進本部を設置し、以下の取組などを行っている。

(ア) 建築物の解体等におけるアスベストの飛散防止対策

- ・ 市有建築物におけるアスベスト飛散を防ぐため、煙突や外壁仕上塗材等のアスベスト含有の調査を実施
- ・ アスベスト含有建材の点検等に係るマニュアルを作成し、使用箇所の把握と定期的な点検を実施

(イ) アスベスト対策における市民の健康対策

- ・ アスベスト検診の実施や石綿健康被害救済制度を広報周知

(ウ) アスベストに係る知識の普及・啓発

- ・ アスベストに関する正しい知識の普及・啓発に係る市民、施工業者、本市職員に対する研修会等を開催
- ・ 建築物石綿含有建材調査者に係る資格取得を推進

おわりに

本事案は、本市発注工事の施工過程で発生した事故であることの重大性を深く受け止め、市有建築物に携わる職員が常にアスベストの危険性と法令順守に関する認識を持ちながら、適切な判断のもと、作業手順の遵守が行えるようスキル向上への取り組みを継続する。

また、本事案による健康リスク評価は、何らかの対策をとるべきであると判断される生涯過剰発がんリスクを大きく下回っており、現時点では健康面での経過観察や健康管理等の対応を今後とる必要はないと考えられるレベルであったが、本市が発注した工事に起因するものであり、今後も引き続き、対象者の健康に対する不安解消に努め、市民の安全・安心の確保に努めていく。

用語集

用語	説明	ページ数
アスベスト濃度分布 <small>のうどぶんぷ</small>	地上からのある高さでの特定の 1 時間におけるアスベスト繊維濃度を平面的に表したもの。高さごとに輪切りにした形で表現している。	P11、51 P52
アスベスト曝露量 <small>ぼくろりょう</small>	ある地点でのアスベスト繊維濃度にその場所に居た時間数をかけたもの。	P6、8 P11、12 P52、54 P57
煙突断面積(A) <small>えんとつだんめんせき</small>	煙突内部の煙道の面積を指している。 煙道は直径が 52cm の円形なので $0.26 \times 0.26 \times 3.14 (=0.212 \text{ m}^2)$ で面積を算出している。	P27、31 P39、40
解析対象領域 <small>かいせきたいしやうりょういき</small>	飛散したアスベストの濃度の評価の対象となる領域のこと。解析対象領域の内側について、アスベスト繊維濃度が解析される。解析対象領域の外側は、解析対象領域内の風の吹き方などを計算するために用いられる。	P43
隔離養生 <small>かくりようじよう</small>	作業場内と外をシート等により隔離すること	P14、18 P19、68
ガラ	はつり作業により発生した破片のこと	P5 他
換気量(Q=V×A) <small>かんきりょう</small>	1 分間あたりに空気が入れ替えられた量をリットルで表している。 風速×煙突断面積で求める。	P27、31 P39、40 P53、56
気乾状態 <small>きかんじょうたい</small>	含水率が大気中の湿度と同じになった状態	P24、41
計算領域 <small>けいさんりょういき</small>	飛散拡散解析を行うに当たり、コンピューターで計算する領域のこと。この領域の外側から風が吹いているとして解析する事になる。	P43
仕上塗材 <small>しあげとざい</small>	建築物や構造物等の仕上に用いる塗装材(リシン等)	P1、5、6 P14、24 P41、42 P66
時間解像度 <small>じかんかいざうど</small>	解析を行う時間単位のこと。今回の解析では1時間ごとの解析を行っている。	P43
実証検査 <small>じっしやうけんさ</small>	平成 29 年 3 月 12 日、アスベスト飛散事故当時の状況を再現するため、北部地域整備事務所に残存する煙突部分を実際にはつり、ガラの落下状況確認、清掃、そして外壁部分にて仕上塗材(リシン)の剥離、について検証を行った。なお、検査を行うにあたっては、アスベストが外部に飛散しないよう、二重に囲いを設けた中で行った。	P11 P14 他
湿潤状態 <small>しつじゆんじょうたい</small>	湿っている状態	P24
ストローク	行程(動作)。	P33
セキュリティゾーン	アスベスト除去作業の内容により作業場入口に設置するものであり、外部に汚染された空気が漏れない様にゾーン内は負圧に保たれており、内部で作業員が保護衣の着脱や付着した粉じん等を落とす設備が併設される。	P16、18
総曝露量 <small>そうぼくろりょう</small>	アスベスト飛散事故が起こった平成 28 年 6 月 18 日(土)から隔離養生が完了した 6 月 21 日(火)までの 4 日間における、アスベスト曝露量を累計したもの。	P56、61

用語	説明	ページ数
ダクト	建築物等に排気、給気、排煙等のために設置される気体を運ぶ管	P19
定常解析 <small>ていじょうかいせき</small>	解析手法の一種。定常解析と非定常解析の 2 種類があり、定常解析とは風向・風速や、単位時間当たりのアスベスト発生量が一定として行う解析のこと。	P43
定常状態 <small>ていじょうじょうたい</small>	時間により変化せず一定に保たれた状態	P14,23 P39
剥離作業 <small>はくりさぎょう</small>	建物外壁面の仕上塗材を剥がしとる作業	P24, 41
発生量[f/s] <small>はっせいりょう</small>	1 秒当りに発生するアスベスト繊維数 (f:ファイバー) を表している。	P27, 29 P31 P39～42 他
はつり	コンクリート製等の構造物を壊したり、表面を削ったりすること	P14 P20～23 P29 P31～33 P40, 42 P45
飛散拡散解析 <small>ひさんかくさんかいせき</small>	飛散事故が起こった平成 28 年 6 月 18 日から隔離養生が完了した 6 月 21 日までの 4 日間におけるアスベストの拡散状況を、実証検査で得られた数値を用いてコンピューター上で解析(計算)した	P8, 11 P27, 36 P42, 43 P45, 51 P58
風向 <small>ふうこう</small>	風向きを表している。16 方位で表している。例えば西北西であれば西北西の方角から風が吹いていることを表している。	P13, 43 P44
風速(V) <small>ふうそく</small>	煙突の煙道内を室内から室外に向かって吹いている風の速度のこと。実証検査で得られた実測値を用いている。	P13, 19 P27, 31 P39, 40 P43, 44
負圧除塵装置 <small>ふあつじょじんそうち</small>	アスベスト除去工事の際に設置され、作業場内等を負圧に保ち、浮遊している粉じんを高性能フィルターにより除塵する装置	P19
[本/リットル] (単位)	アスベスト繊維の濃度のこと。空気 1 リットル中に含まれるアスベスト繊維の本数 (f:ファイバー) を表している。	P20～24 他
密閉空間(負圧空間) <small>みつぺいくわん ふあつくわん</small>		P14
メッシュ	解析対象領域において解析を行っている単位体積のこと。今回の解析では、1 つのメッシュの大きさを 2m×2m×50cm としている。	P43

堺市北部地域整備事務所アスベスト飛散の検証に関する報告書

連絡先 堺市 建築都市局 建築部 建築監理課

TEL(072)－228－7524