

大深度地下空間利用における地盤環境保全の
評価手法に関する調査報告書

環境庁 国立公害研究所

正誤表

p. 65

誤

図 5 - 1 軸対称回転体に近い大深度地下空間利用想定図

図 5 - 2 鉛直 2 次元断面に近い大深度地下空間利用想定図

正

図 5 - 1 軸対称回転体に近い大深度地下空間利用想定図 (岡田 [38])

図 5 - 2 鉛直 2 次元断面に近い大深度地下空間利用想定図 (内藤 [39])

まえがき

最近、「ニュー・フロンティア」という言葉をしばしば耳にする。「ニュー・フロンティア」とは、「宇宙」、「海洋」、「地下」の3つの空間を主なターゲットとして、近い将来に開発を進めようというものである。とりわけ、地下空間の開発の可能性を探ろうという動きが急速にでてきた。地下空間の開発に対し、「ジオフロント」という言葉も生まれている。

「ニュー・フロンティア」の中でも、「地下」が特に脚光を集めるようになった背景に、近年の大都市を中心とした地価の高騰が挙げられ、これまで利用されていない大深度地下空間を利用しようという動きが活発になってきた。

このような状況を踏まえて、各省庁において大深度地下空間の利用を促進させるための法案を準備するとともに、技術的な検討も具体的に進められている。現在、大深度地下空間を開発しようとしているのは、大都市圏の建築物の支持基盤より下で、土地所有者の通常の土地利用を阻害しない領域とされており、概ね地下50～100mの空間が想定されている。

本調査は、科学技術庁の昭和63年度科学技術振興調整費による「快適で安全な大深度地下空間利用に関する緊急調査」のうち、「安全・快適な利用に係る共通基盤技術の調査」の一環として、環境庁国立公害研究所が実施した「環境保全の評価手法に関する調査」を中心にとりまとめたものである。

大深度地下空間は、環境保全の観点に立って開発・利用が行われる必要がある。そこで、本調査は主として、大深度地下空間利用の際に懸念される地盤環境問題を予め抽出しておくことと、開発によって影響が及ぼされる地下水挙動の予測手法を開発することを目的に調査を行った。なお、本報告書は、快適で安全な大深度地下空間利用に関する緊急調査推進委員会の別記に示した分科会の意見を踏まえてまとめたものである。

とりまとめに当たっては、分科会の諸先生方等関係機関の方々に多大な御指導、御協力をいただいた。ここに、感謝の意を表する次第である。

平成元年3月

環境庁国立公害研究所長

不破 敬一郎

目 次

第1章 調査の概要

1. 1 要 約	1
1. 2 大深度地下開発の背景	1
1. 3 調査の目的	2
1. 4 調査方法	2
1. 5 分科会の構成	3

第2章 首都圏の地盤

2. 1 地盤情報の現況	4
2. 2 地質構造の概要	7
2. 3 大深度地下開発の対象となる主な地層とその特徴	11
2. 3. 1 有楽町層（低地部）	11
2. 3. 2 七号地層（低地部）	11
2. 3. 3 関東ローム層（台地・丘陵部）	12
2. 3. 4 下総層群	12
2. 3. 5 上総層群	12
2. 4 大深度地下開発の対象となる地層の土質工学的性質	13
2. 4. 1 地層の物理的性質	13
2. 4. 2 地層の圧密特性	15
2. 5 地質学的な地層と建設工学的な地層	18

第3章 首都圏の地盤沈下と地下水

3. 1 地盤沈下の原因	21
3. 2 地盤沈下の歴史と現状	22
3. 3 地下水位の経年変化	28
3. 4 地盤沈下の防止対策	34
3. 5 地盤沈下の監視体制	35

第4章 大深度地下空間利用に伴う地盤環境に関する問題

4. 1 地質学的課題	38
4. 1. 1 資料の蓄積に関する問題	38
4. 1. 2 海成粘土層に関する問題	38

4. 1. 3	礫層に関する問題	39
4. 1. 4	鋭敏粘土・関東ローム層に関する問題	40
4. 1. 5	沖積層に関する問題	40
4. 1. 6	生物的化学的過程に関する問題	40
4. 1. 7	テクトニクスに関する問題	41
4. 1. 8	地層に重なり方による地盤形式の重要性	42
4. 2	地下水学的課題	43
4. 2. 1	地下水環境への影響	43
4. 2. 2	地下水情報把握に関する問題	43
4. 3	土質工学的課題	46
4. 3. 1	大深度地下利用が周辺地盤に与える影響	46
4. 3. 2	土質工学上の問題	47
4. 3. 3	地盤調査に関する問題	48
4. 4	建設工学的課題	50
4. 4. 1	地下空間の分類および各空間の設計・施工上の問題	50
4. 4. 2	大深度地下空間の耐用年数	53
4. 4. 3	地下空間の建設が地下水に与える影響	54
第5章 大深度地下空間利用に伴う地下水の挙動予測		
5. 1	地下水流動のシミュレーション手法の調査	56
5. 1. 1	シミュレーション手法の概要	56
5. 1. 2	浸透流解析手法	56
5. 1. 3	3次元解析の現状	59
5. 1. 4	応力-浸透流連成解析の現状	60
5. 1. 5	地下水挙動に関するシミュレーションの必要性と問題点	63
5. 2	地下水挙動予測の事例解析	64
5. 2. 1	事例解析の概要	64
5. 2. 2	大深度地下空間と地盤の仮想モデル	64
5. 2. 3	解析方法と条件	64
5. 2. 4	解析結果と考察	73
第6章	考 察	101

第1章 調査の概要

本調査は、科学技術庁の昭和63年度科学技術振興調整費による「快適で安全な大深度地下空間利用に関する緊急調査」のうち、「安全・快適な利用に係る共通基盤技術の調査」の一環として、環境庁・国立公害研究所・地盤沈下研究室・陶野郁雄が担当し、実施した「環境保全の評価手法に関する調査」を中心としてとりまとめたものである。なお、本報告書をまとめるに際し、分科会を設置した。

1. 1 要約

本調査は、大深度地下空間利用の対象となる地域を東京を中心とする首都圏に的を絞って検討を行った。地下50～100mは、第四紀更新統からなっており、良好な帯水層であるとともに、地盤沈下の対象層ともなっている。そこで、大深度地下空間利用の際に懸念される地盤環境への影響評価手法の開発を目的として調査を行った。

大深度地下開発の対象となる地下50m以深の地盤は、その地質学的、土質工学的情報が記されているものが少なく、十分な情報が得られているとはいえず、解明されていない点が多岐にわたる。開発に際しては、数10m以深の地盤情報を表層と同じレベルまで解明しておく必要がある。

定常状態におけるシミュレーション解析を行うことに関しては余り問題はないが、解析に必要な情報の密度や、精度に問題がある。予測精度を向上させるには、解析に必要な様々な情報の蓄積が必要であり、しかも情報の精度向上が重要となる。

1. 2 大深度地下開発の背景

宇宙・海洋・地下の3つの空間を主なターゲットとして、近未来に開発を進めようというニュー・フロンティア構想の動きがでてきた。とりわけ、地下空間の開発の可能性を探ろうという動きが活発化してきた。

近年、大都市を中心として地価の高騰が急激に進み、新たに大型土木建築プロジェクトを展開するための土地の確保が困難な情勢となり、これまで利用されていない大深度地下空間の利用が脚光を浴びるようになった。大深度地下空間を国土利用体系の

中に組み入れようというものである。このような地下開発に対し、ジオフロントという言葉も生まれている。東京への一極集中、過密化する都市問題の解消と、21世紀へ向けての都市機能の向上を大深度地下空間に委ねようとしていることが、それに追い打ちをかけている。そういう意味では、ほぼ軌を一にして現われたウォーターフロント（水辺の開発）構想も同様である。

地下は、地表に比べ、恒温性、恒湿性、断熱性、遮光性、遮音性、気密性、防振性、耐震性などの特長がある。

1. 3 調査の目的

大深度地下空間を利用しようとしているのは、大都市圏であり、東京が主体である。大深度地下空間とは、現在存在している建設構造物の支持基盤より下で、土地所有者の通常の土地利用を阻害しない地下空間と言われている。東京都区内では、建築物の支持地盤である東京礫層より深いところであり、山の手地区（台地部）では、地表面下 30m 以深、下町地区（低地部）では、70m 以深ということになる。首都圏においては、概ね地下 50～100 m の空間が想定されている。

首都圏におけるこのような深さは、第四紀更新世に堆積した地層からなっており、良好な帯水層であるとともに、地盤沈下の対象層ともなっている。

このようなことから、大深度地下空間は、地盤環境保全の観点に立って開発・利用が行われる必要がある。そこで、大深度地下空間利用の際に懸念される地盤環境への影響評価手法の開発を行うことを本調査の目的とした。

1. 4 調査方法

本調査は、大深度地下空間利用の対象となる地域を東京を中心とする首都圏に絞って検討を行った。主として、首都圏の概ね地表面下 50～100m に存在している地層の地質学的・土質工学的性質を把握すること、大深度地下空間利用の際に懸念される地盤環境問題を予め抽出すること、および開発によって影響が及ぼされる地盤変形と地下水挙動の予測手法を開発することに関する調査を行った。特に、地盤環境に関する問題では、地質学的・地下水学的・土質工学的・建設工学的観点に立って検討を行った。また、予測手法に関しては、地下水の流動阻害や地盤沈下への影響の予測に要するシミュレーション手法に関する調査を行い、地下水挙動の事例解析を実施した。

1. 5 分科会の構成

・委員

伊藤 洋	: ㈱熊谷組	原子力開発室	土木技術部	研究員*
岩田 敏	: 国立公害研究所	水質土壌環境部	地盤沈下研究室	研究員*
遠藤 邦彦	: 日本大学	文理学部	応用地学科	教授*
桑原 文夫	: 日本工業大学	工学部	建築学科	助教授
国生 剛治	: 電力中央研究所	我孫子研究所	立地部土質研究室	室長
清水 恵助	: 東京都	港・湾局	技術管理課	主事
社本 康広	: 清水建設㈱	技術研究所		研究員*
新藤 静夫	: 千葉大学	理学部	地学科	教授
須賀 伸介	: 国立公害研究所	環境情報部	情報システム室	研究員
千葉 達朗	: 日本大学	文理学部	応用地学科	副手
茶谷 文雄	: ㈱大林組	技術研究所		副主任研究員*
陶野 郁雄	: 国立公害研究所	水質土壌環境部	地盤沈下研究室	室長**
畑中 宗憲	: ㈱竹中工務店	技術研究所		研究員*

・オブザーバー

海野 英明	: 国立公害研究所	研究企画官室		研究企画官
久保 朝雄	: 環境庁	水質保全局	企画課	係長
中村 裕昭	: 中央開発㈱	総務部	技術調査室	室長*
堀井 克己	: 中央開発㈱	電算事業部		部長*
村岡 浩爾	: 国立公害研究所	水質土壌環境部		部長

但し、** : 委員長

* : 報告書原案作成者