資料

TRU廃棄物処分場への人間侵入の観点から見た 地下構造物深度分布調査

坂本 義昭*, 妹尾 宗明**, 杉本 純一郎**,
大石 清隆**, 置塩 正則**, 清水 全生**

*Survey on Depth Distribution of Underground Structures for Consideration of
Human Intrusion into TRU Waste Repository*

By Yoshiaki SAKAMOTO, Muneaki SENOO,
Junichiro SUGIMOTO, Kiyotaka OHISHI,
Masanori OKISHIO and Haruo SHIMIZU

Depth distributions of some kinds of underground structure in Japan have been investigated to get an information about suitable depth of underground repository for TRU waste that is arising from reprocessing and MOX fuel fabrication plants. The underground structures investigated in this work were foundation pile of multistoried building, that of elevated expressway, that of JR shinkansen railway, tunnel of subway and wells. The major depth distribution of the underground structures except for the wells was in range from 30 to 50m, and their maximum depth was less than 100m. On the other hand, the 99% of wells was less than 300m in depth. Maximum depth of the other underground structures has been also investigated for a survey of the utilization of underground by artificial structures in Japan.

KEYWORDS : TRU waste, human intrusion, depth distribution, depth, spatial distribution, underground structure, well, subway tunnel, foundation pile, underground facilities, underground disposal, underground storage

I. ま え が き

使用済燃料の再処理施設およびMOX燃料加工施設から発生する放射性廃棄物のうち、高レベル廃液を除く廃棄物は、半減期が長く、 α 放射体が多いTRU核種を含むことから、低レベル放射性廃棄物および高レベル放射性廃棄物と区別し「TRU核種を含む放射性廃棄物」として別途その処分方策が検討される⁽¹⁾。このTRU核種を含む放射性廃棄物のうち、放射能濃度が区分目安値(約1GBq/t)よりも低い放射能濃度を含む廃棄物は低レベル放射性廃棄物として浅地中処分が、放射能濃度が区分目安値よりも高い廃棄物はTRU廃棄物として浅地中以外の地下埋設処分が考えられている⁽¹⁾。これらの廃棄物については、それぞれの特性を考慮して人工バリア性能、処分深度等に関して合理的な処分概念について検討がなされる⁽¹⁾。

処分概念の検討において、基本的で重要な要件の1つとしては処分深度の設定が挙げられる。放射能濃度が区分目安値以下の浅地中処分に相当するTRU核種を含む放射性

廃棄物の処分深度としては、青森県六ヶ所村の低レベル放射性廃棄物埋設貯蔵センターおよび諸外国の例から考えるとおおむね十数mから30m程度⁽²⁾までが対象となる。しかし、TRU廃棄物の場合には、浅地中以外の地下埋設処分との考えから、その検討対象となる深度は、約30m以深の比較的浅い深度から深地層までのかなり幅を有するものとなる。このようなTRU廃棄物の処分深度を検討するに当たっては、放射性核種の地下水移行シナリオによる検討とともに、人間侵入の可能性がなるべく小さくなるような深度を、経済的な観点からも考慮して合理的に設定することが1つの検討方法として想定される。このような観点から、TRU廃棄物処分場への人間侵入の形態とその発生頻度について整理することは、TRU廃棄物の処分深度の設定における1つの基礎資料となると思われる。

本報においては、我が国における地下構造物建設によるTRU廃棄物処分場やその近傍への人間侵入の可能性について検討するための基礎資料として、いくつかの代表的な地下構造物に対してその利用深度分布を調べた結果について報告する。本報では、同等な形態を有する地下構造物についての深度分布調査を実施したが、これら以外の既存の地下構造物の最大深度も調査し、我が国における地下構造物の地下利用形態の概略を示した。さらに、将来の地下利

* 日本原子力研究所 (Japan At. Energy Res. Inst.)

** 放射性原子環境整備センター (Radioactive Waste Manage. Center)

** 佐藤工業(株) (Sato Kogyo Co., Ltd.)

(1995年 7月6日 受理), (1996年 2月7日 再受理)

用形態の動向を調べるため、新聞その他に公表された地下構造物の建設計画・構想についても収集・整理した。

II. 調査対象

地下約30m以深の地下も利用し、ある程度データがまとまっている例として、建築物基礎杭、地下鉄トンネルおよび深井戸を調査対象として選定した。具体的に調査対象とした構造物を第1表に示す。建築物基礎杭は、高層または重量建築物を支えるため比較的深い深度まで侵入している例である。地下鉄トンネルは、都市部において比較的大きな断面積により地下を利用する形態の1つである。深井戸は、比較的深い地層に設置されるTRU廃棄物処分場を想定した場合に考慮すべき人間侵入形態の1つである。

第1表 調査対象地下構造物

形態	対象構造物
基礎杭	高層建築物 (日本建築センターで評定を受けた高層建築物)
	道路高架部 (首都高速道路)
	JR新幹線高架部 (東海道、山陽、東北、上越新幹線)
トンネル	地下鉄 (東京都営および営団地下鉄)
深井戸	深井戸 (国土庁の全国深井戸調査)

() 内は、具体的な対象物を示す。

III. 調査方法

1. 高層建築物の基礎杭

高層建築物に関しては、(財)日本建築センターの評定を受けることが義務づけられている。このために建築物の概要をまとめた「性能評定シート」を日本建築センターに出向いて収集・整理した。その結果、対象となった高層建築物は598棟であった。本調査では、評定シートに明示されているデータから利用深度(基礎底深さ、杭先端深さ)について整理した。

2. 首都高速道路高架部

調査対象は、地質区分から基礎杭が深いと想定される以下の路線とした。

- ・高速1号線(羽田・上野線 多摩川―北上野)
- ・高速6号線(向島線 日本橋兜町―小菅)
- ・高速7号線(小松川線 両国―谷河内)
- ・高速9号線(深川線 箱崎―辰巳)
- ・高速湾岸線(昭和島―市川市)
- ・高速中央環状線(葛飾―江戸川・臨海町)

調査は各路線の断面図を日本道路公団において入手し、この断面図を基に行った。本調査では、線状構造物の特性を表現するために基礎杭の深度に対する対象路線の延長で、深度別頻度を表すこととした。道路高架部の基礎構造物の杭深さおよび基礎構造物を中心とする両側の道路高架

部の長さを読み取り、各道路高架部の長さの1/2の和を当該杭深度に対応する路線延長とした。

3. JR新幹線高架部の基礎杭

JR新幹線工事においては、工事誌作成の一環として路線縦断、構造種別等を地質縦断図の中に整理している。本調査では、JRにおいてこの地質縦断図を入手し、これを基に基礎杭の深度別延長を調査した。調査方法は、前節2.首都高速道路高架部と同様である。

4. 地下鉄トンネル

調査対象としたのは、東京都心部の地下鉄(営団地下鉄、都営地下鉄)で地下30m以深の区間を含む以下の路線とした。

- ・営団千代田線(綾瀬―代々木上原)
- ・営団有楽町線(和光―新木場)
- ・都営新宿線(新宿―本八幡)
- ・営団半蔵門線(渋谷―三越前)
- ・都営12号線 放射部: 新宿―光が丘、
環状部: 新宿―(環状)―西新宿

調査方法は、各路線の縦断面図を入手し、この縦断面図から構造物の底部の深度および深度別(0~30m, 30m以上は5m間隔)の区間距離を読み取り、整理した。

5. 深井戸

本調査では、国土庁が国土調査法により「水調査(主要水系調査)」および「水基本調査(深井戸台帳等)」を整理しデータベース化した「全国深井戸調査」(1983年)を基にして実施した。この「全国深井戸調査」には約5万数千本の井戸に関する所在地、用途、深度、口径等が記載されている。この調査に収録されている井戸のうち、深度が判明している51,550本を対象とし、それぞれのさく井年、深度、位置、用途を調査した結果から深井戸の深度分布等を整理した。

IV. 調査結果

1. 建築物基礎杭

調査対象となった高層建築物の平均高さは約85mであり、基礎杭の平均深度は24.5mであった。また、最浅の基礎杭は2m、最深は65mであった。高層建築物基礎杭の深度分布を第1図(a)に示す。高層建築物の基礎杭深度は、深度25mにおいて利用頻度が最大となり、深度30mを越すと急激に減少する結果となった。累積頻度を見ると、深度40mまでで90%であり、深度60mで約100%となった。

首都高速道路高架部の基礎杭の地下深度利用に対する道路の延長を第1図(b)に示す。この場合には、深度60m程度までのものが大半を占めており、最深のもので80mまでであった。

JR新幹線高架部基礎杭の地下利用深度分布を第1図(c)に示す。最大深度は60mであった。新幹線高架部基礎杭の場合、そのほとんどが30m以浅であり、深度30mを越えるものは全体の12%であった。これらの建築物の基礎杭の深度は、建築物の大きさと支持層の深度により異なるものであるが、今回の調査ではどの基礎杭の深度分布もほぼ80m以浅に収まる結果となった。

2. 地下鉄トンネル

東京都内の30m以深部を含む地下鉄の深度に対する延長を第2図に示す。地下鉄トンネルの場合は、最大利用深

度は45mであり、利用深度の大半が30m以浅であった。

3. 深井戸

本調査での深井戸の利用深度の平均は約98mであった。しかし、「全国深井戸調査」における深度のデータ記述が3桁に制限されているため、最深の深度はすべて999mと記述されている。したがって、実際は深度1,000m以上のものも含まれていると推定されるが、ここでは999mと記載されている深井戸の深度は1,000mとして平均深度を算出した。また、深井戸の深度100mごとの本数を第2表にまとめる。

第2表 深度別深井戸本数

深度	～30m	～100m	～200m	～300m	～400m	～500m	～600m	～700m	～800m	～1,000m	1,000m以深
本数	7,318	25,154	15,746	2,729	387	134	29	17	10	8	18

深井戸の地下利用深度分布を第3図(a)に示す。深度30m以浅では深井戸の累積頻度は、全体の約14%、深度100m以浅では約63%、深度300m以浅で約99%、深度600m以浅では約99.9%を占める結果となった。第3図(b)には、さく井年に対する深井戸の各年での平均深度を示す。明らかに年と共に深井戸の平均深度が増加する結果となった。しかし、1960年代以降、平均深度は約100~120mで頭打ちの傾向が見られた。

また、第3表に深井戸の本数と平均深度を目的別にまとめた結果を示す。特殊な利用目的である観測用を除き、農業、工業、雑(温泉、消雪等)、水道のどの利用目的もほぼ同程度の本数であった。しかし、平均深度は観測、工業、雑、水道がほぼ深度100m前後であったのに対して、農業用井戸の平均深度が67mと他の利用目的よりも浅い結果であった。さらに、都市区分ごとの深井戸の本数と平均深度を第4表に示す。人口10万人以上の都市を境にして、深井戸の本数はほぼ半数ずつに区分されることがわかる。平均深度は、人口10万人以上の都市では100m前後であるが、人口

第4表 深井戸の都市区分別本数と平均深度

区 分	本 数	平均深度(m)
東京都23区内	2,082(4.0%)	122
人口100万人以上の都市	4,823(9.4)	93
人口10万人以上の都市	17,023(33.0)	113
その他	27,622(53.6)	87

10万人以下の都市では若干浅い深度となった。

比較的に深い地層への処分場建設の場合における人間侵入の対象として、500mを越える深井戸(調査全体の約0.2%)について深度や用途等を第5表にまとめる。なお、「全国深井戸調査」で999mと記述されている深井戸については、実際の深度を別に調査を行った結果を記載した。本調査での深井戸の最大深度は2,146mであり、深度500m以上の深井戸の平均深度は779mであった。用途が記載されている井戸43本の内訳は、21本が温泉(浴用を含む)、上水道等の飲用が10本、地盤沈下観測が8本、その他4本であった。

なお、「全国深井戸調査」に記載されていない類似構造物として地熱発電用井戸、地震観測井戸があり、深度3,000m以上のものも存在した。

V. 調査結果のまとめ

上記の調査結果に加えて、他の既存の地下構造物の最大深度についての調査結果を整理し、第4図にまとめる。この結果、深井戸を除く地下構造物の最大深度はおおむね100m前後であった。また、第6表に現時点で将来予測さ

第4図 既存地上構造物の最大深度分布
山岳部に存在する地下構造物は、土被りを含む深度を示す。

第5表 深度500mを超える深井戸の用途等

No.	都道府県	さく井年	深度(m)	目的	用途	No.	都道府県	さく井年	深度(m)	目的	用途
1	千葉	1971	2146	観測用	地盤沈下観測	36	千葉	—	650	観測用	地盤沈下観測
2	三重	—	1880	雑用	—	37	宮城	1958	615	雑用	—
3	新潟	1940	1708	雑用	石油	38	新潟	1949	612	水道用	上水道
4	三重	—	1540	雑用	—	39	新潟	—	611	水道用	上水道
5	北海道	1974	1370	雑用	温泉	40	青森	1971	610	水道用	飲雑用
6	北海道	1980	1201	雑用	温泉	41	北海道	1960	606	雑用	天然ガス
7	北海道	1976	1200	雑用	温泉	42	大阪	1964	604	観測用	地盤沈下観測
8	北海道	1978	1105	雑用	温泉	43	青森	1971	601	工業用	—
9	滋賀	1968	1097	雑用	—	44	山形	1978	601	雑用	浴用
10	青森	1976	1059	雑用	温泉	45	青森	—	600	水道用	上水道
11	千葉	—	1050	観測用	地盤沈下観測	46	北海道	1973	600	雑用	温泉
12	北海道	1978	1000	雑用	温泉	47	青森	1971	600	雑用	—
13	北海道	1977	950	雑用	温泉	48	埼玉	1973	600	観測用	地盤沈下観測
14	青森	1974	944	雑用	—	49	大阪	1976	600	雑用	地盤調査
15	青森	1977	930	雑用	温泉	50	山形	1976	595	雑用	温泉
16	青森	1977	916	雑用	温泉	51	北海道	1934	570	—	—
17	大阪	1963	907	観測用	地盤沈下観測	52	青森	1961	569	水道用	飲料水
18	青森	1977	900	雑用	—	53	秋田	—	553	—	—
19	新潟	1965	900	—	—	54	東京	—	553	雑用	—
20	青森	1978	801	雑用	—	55	新潟	—	551	雑用	温泉
21	北海道	1976	800	雑用	温泉	56	青森	1972	550	水道用	上水道
22	北海道	1980	800	雑用	温泉	57	新潟	1968	541	—	—
23	青森	1980	800	雑用	—	58	三重	—	540	雑用	—
24	山形	1975	776	—	—	59	山形	1947	525	—	—
25	青森	1977	756	雑用	—	60	千葉	—	520	観測用	地盤沈下観測
26	青森	1977	750	雑用	—	61	千葉	1973	520	工業用	—
27	秋田	1963	720	雑用	—	62	北海道	1953	510	雑用	温泉
28	秋田	1953	720	水道用	上水道	63	青森	1970	508	水道用	飲雑用
29	青森	1979	703	雑用	—	64	青森	1974	508	雑用	—
30	北海道	1976	700	雑用	温泉	65	北海道	1955	503	雑用	天然ガス
31	埼玉	1972	700	観測用	地盤沈下観測	66	青森	1974	503	水道用	飲雑用
32	神奈川	1975	700	雑用	温泉	67	北海道	1974	501	雑用	温泉
33	京都	1961	700	水道用	上水道	68	北海道	1975	501	雑用	温泉
34	三重	—	700	雑用	—	69	秋田	1956	501	雑用	—
35	青森	1970	666	雑用	温泉						

—は記載無し

第6表 将来予測される地下構造物とその深度

項目	主な計画・構想	利用深度	参考文献
産業	地下生コン工場構想	30m	(3)
通信・情報システム	情報通信システム・郵便輸送網大深度地下利用構想	50m以深	(4)
	地下情報センター	50m以深	(5)
交通	ジオポート構想(地下エアターミナル)	50~150m	(6)
環境防災	小中学校校庭地下利用構想(防災本部、備蓄倉庫)	19m	(7)
	環境防災施設構想(公園下に防災センター等)	57m	(8)
廃棄物	地下型汚泥コンポスト施設構想	45m	(9)
電力・エネルギー	地下式原子力発電	100~150m	(10)
	圧縮空気貯蔵ガスタービン発電所	400~700m	(11)
	超伝導エネルギー貯蔵システム	120m	(12)
	LPG地下備蓄	100数十m	(13)
資源	国内資源開発5カ年計画	5000~6300m	(14)
研究・開発	タラロス計画(プレート潜り込み部分への探査坑)	10000~15000m	(15)
	深層地震観測施設	2000~3000m	(16)
	スペースポート構想(ロケット発射基地)	2000m	(17)

れるいくつかの地下構造物の深度について示す。

以上の調査結果は、限られた例ではあるが日本全国の平均的と思われる地下構造物を取り上げ、その深度分布について整理したものである。この結果、深井戸以外の地下構造物においては、30～50m程度が主要な利用深度であり、最大深度もおおむね100m以浅であった。深井戸の場合には、最大利用深度は深地層の処分場として想定される深度1,000mよりも深いものの、深井戸の99%は300m以浅での利用であった。これらのデータは、TRU廃棄物処分場の深度設定において、人間侵入によるリスクをある程度以下になるように検討を行うための基礎資料として利用できると考えられる。しかし、すべての地下構造物を調査対象にしたわけではないため、具体的な処分場における人間侵入の可能性については、例えば処分候補地での帯水層の深度分布や将来的な地下利用の可能性等に関しては、対象地域の特性を考慮した検討が必要となるであろう。

最後に、本調査の結果は、ここ数10年間での地下利用深度の結果をまとめたものであるが、TRU廃棄物の処分においては数万年オーダーでの安全性評価が求められることから、このような長期の評価に直接的に利用できるかどうかについては、今後の社会的な要因の考慮も必要である。

本調査は、科学技術庁からの委託により実施された研究の成果の一部である。

— 参 考 文 献 —

- (1) 原子力委員会：“TRU核種を含む廃棄物の処理処分”，(1991)。
- (2) 日本原子力産業会議：“放射性廃棄物管理ガイドブック”，102(1994)。
- (3) 日刊建設工業新聞 1990年2月22日付。
- (4) 日刊建設工業新聞 1990年4月16日付。
- (5) 日本産業振協・エンジニアリング振協：地下空間利用技術に関するテクノロジーアセスメント，(1988)。
- (6) 日経産業新聞 1989年11月1日付。
- (7) 熊谷良雄：トンネルと地下，16，7(1985)。
- (8) 日経産業新聞 1989年11月16日付。
- (9) 日刊建設工業新聞 1989年7月16日付。
- (10) 日比野 敏：電力土木，No.219，54(1989)。
- (11) 日本産業振協・エンジニアリング振協：地下空間利用技術に関するテクノロジーアセスメント，(1988)。
- (12) エンジニアリング振協：超伝導エネルギー貯蔵システム調査研究報告書，(1986)。
- (13) プロジェクトウィークリー 445号，(1990)。
- (14) プロジェクトウィークリー 400号，(1990)。
- (15) 日本経済新聞 1988年6月16日付。
- (16) 日刊工業新聞 1991年2月7日付。
- (17) 日経産業新聞 1989年5月19日付。

☆先 端 技 術 と 原 子 力☆

「原子力への先端技術応用」研究専門委員会 成果報告書

1996年3月発行(限定出版) 好評発売中

A4判オフセット印刷，168頁， 会員 3,000円(定価4,000円)(〒400円)
◎ご希望の方は学会事務局へ(TEL 03-3508-1261; FAX 03-3581-6128)

「原子力への先端技術応用」研究専門委員会は、1994年4月から96年3月まで2年間にわたり、原子力の分野に係る広範囲の先端技術に関する情報を調査し、積極的に応用するための活動を行ってきた。

本報告書は、1994年度の報告書に続く2年目の成果をまとめたもので、昨(1995)年8月に1日半をかけて開催したシンポジウムと本年3月に行った研究専門委員会の講演内容をまとめたものである。原子力に関連した先端分野の技術の最新の動向を知ることができるものと期待される。

目 次(概 要)

I. シンポジウム

1. 理工科学研究の先端性と調和
2. 原子力研究と基礎科学
3. 核融合開発研究における先端性
4. 光技術を用いた原子力計測
5. 放射光の材料への応用
6. 宇宙放射線と生物
7. 炉心管理技術への遺伝アルゴリズム
・ニューラルネットワークの応用

8. 高レベル廃棄物深地層処分の安全評価のための
地球科学的シミュレーション

II. 研究専門委員会

1. 低温化学反応におけるトンネル効果
2. 自由電子レーザーとその応用
3. 地層科学研究とその技術開発