

大深度地下利用制度と関連する技術的課題について

Deep underground utilization system and its technical subject

佐藤寿延¹⁾、今田徹²⁾

Hisanobu SATO, Toru KONDA

Deep underground Utilization attracted much attention during Japan's "Bubble" economy in late 1980'. But the collapse of the bubble economy cooled down the momentum for deep underground utilization. However the number of uses of deep underground spaces are steadily increasing. The Provisional Investigation Committee for Deep Underground Utilization submitted its final report in 1998. Now the government is performing internal coordination to establish a legal system. This paper explains the correlation between legal system and technical subject.

Key Words: deep underground, legal system, technical subject, guidelines

1. はじめに

大深度地下利用が大きな脚光を浴びたのは約10年前のバブル華やかし頃のことである。その後、経済状況の停滞とともに、大深度地下利用も浮沈を繰り返すが、平成7年に制定された臨時大深度地下利用調査会設置法により、制度化に向けた道筋が付けられ、現在、法制度化に向けた最後の大詰め段階まで来ている。

大深度地下利用については、過去、地下深く掘ることに対する技術的課題が指摘されてきたが、制度化を進める上では、むしろ、地上の土地利用との関係をどうするかということの方が大きな技術的な課題であると言える。

大深度地下利用制度は、地上の土地所有者の自由度を最大限確保しつつ、大深度地下施設から要請される地上建築物への制限との調整を行う制度であり、地下を掘削する側である土木的な見地からのみで技術的な解決が図れるものではなく、建築分野、法制分野など様々な分野の知見を動員する必要がある。言い換えれば、建築物の自由度と地下施設に必要な建築物への制限との折り合いを技術的、法制的にどう解釈するかということにつけると言えるが、このようなことをテーマにして取り組んだ研究は過去ほとんどない。

現在、大深度地下利用制度の円滑かつ適正な運用のために必要な大深度地下利用に関する技術指針の検討を進めているが、法制度の考え方と技術的な課題との接点はどこにあるのか、またその結果、どのような技術指針が作られようとしているのかについて報告する。

2. 臨時大深度地下利用調査会答申後の経緯について

臨時大深度地下利用調査会は、臨時大深度地下利用調査会設置法に基づき、平成7年に設置され、平成10年5月27日に、①安全面、環境面では、できるだけ早い段階から十分に配慮すること。②国民の権利保護を図りつつ、権利調整を円滑にする制度を導入すること、③大深度地下は貴重な空間であり、施設の撤去が困難なので、適正かつ計画的な利用を図るための措置を講じること、を基本的な考え方とする答申を内閣総理大臣に提出した。

1) 正会員 国土庁 大都市圏整備局 計画課 大深度地下利用企画室

2) 正会員 工学博士 東京都立大学教授 工学研究科 土木工学専攻

これを受け、大深度地下利用に関する法制度の構築について速やかに準備を進めるため、平成10年6月17日に内閣内政審議室長を議長とする大深度地下利用関係省庁連絡会議が設置され、現在、関係省庁間の調整を図りつつ、法制度化に向けて、鋭意検討を行っているところである。

3. 大深度地下空間の特性について

そもそも土地の所有権はどの深さまで及ぶのか、大深度地下は法制度的にはどのように位置づけられるのかということは、大深度地下利用制度を構築する際の出発点となる。

憲法29条第2項では、「財産権の内容は、公共の福祉に適合するやうに、法律でこれを定める」と規定されており、民法第207条では、「土地ノ所有権ハ法令ノ制限内ニ於テ其土地ノ上下ニ及ブ」と規定されている。現在、土地の所有権の内容を制限する法律はなく、解釈上は土地所有権は天空及び地球の中心までとすることは可能であるが、通説では、土地所有権の及ぶ範囲は利益の存する範囲内に限ると解釈されている。

利益の存する範囲はどこまでか、大深度地下に土地所有権が及ぶか否かについては、所有権等の権原に基づくものとの前提で、井戸、温泉井等が地下数百メートルまで掘削されていることを鑑みれば、大深度地下に土地所有権が及んでいないとは言えないと解するのが妥当である。

しかしながら、温泉地などの特殊な例を除けば、大都市地域では大深度地下の掘削は一般的とは言えず、深くなればなるほどその傾向は強いので、地下の利用の利益は深くなればなるほど薄くなると言える。よって、大深度地下は、土地所有権が及ばないとは言えないが、公益性を有する事業による利用を土地所有者による利用に優先させても私有財産権を侵害する程度が低い空間であると解することができる。

大深度地下利用制度は、大深度地下のこの特性を踏まえて構築される。

この制度においては、浅深度地下と同様に（土地収用法の場合と同様に）、公益性を有する特定の事業のためのために、事業に必要な空間を使用する物権類似の効力を有する権利として、行政庁が法律に基づき使用権（いわゆる公法上の使用権）を設定することとしている。

4. 大深度地下利用に関する技術指針（案）作成のための検討

1) 技術指針の必要性

大深度地下という用語自体は、昭和60年代より使用されるようになり、深い地下としてイメージが定着しているが、この範囲を技術的に明確に定義したのは、大深度地下利用制度がはじめてである。

言葉を換えれば、大深度地下の範囲を客観的に定めることができ、はじめて法制度の構築が可能であると言える。特に、大深度地下利用制度は、土地所有者等が利用しない空間とはいえ、私権制限を伴う制度であり、大深度地下の範囲や私権制限の内容が、技術的な客観性をもって明確に定められることが必要である。

さらに、大深度地下利用制度は、各事業に横断して適用される制度であり、制度の根幹の事項について、その判断が事業毎に異なれば、制度による円滑な事業の実施に混乱をきたすこととなる。また、個々の事業が大深度地下利用制度の適用を受けることができるのか、否かの基準が明確でなければ制度の適用を前提とした事業計画の立案も不可能である。

したがって、大深度地下利用制度においては、統一して運用すべき技術的事項等について明確にする必要がある。

また、どのような深度に、どのような強度をもつ施設が設置されるかということは、地上の土地所有者から見れば、地上部においてどのような建築物が建築可能かを規定するものであり、この解釈を技術的に具体的に・客観的に定めることにより、事業者、土地所有者等関係者の技術的解釈が統一されるものであり、適正な制度の運用のためには、技術指針として、明らかにする必要がある。

2) 検討体制

大深度地下利用制度は、地下の施設と地上の建築物との間で相互に関連するものであり、このため、土木関係の有識者からなり、総合的に技術指針の検討を行う「大深度地下利用技術検討委員会」（委員長：今田徹東京都立大学教授）と、建築関係の有識者からなり、建築物の面から検討を行う「建築物の地下利用に関する実態調査委員会」（委員長：榎並昭日本大学名誉教授）を設けた。

両委員界は平成10年度より検討を開始しており、平成11年度内に必要な検討を終える予定である。

3) 大深度地下の定義

臨時大深度地下利用調査会答申においては、大深度地下は、「土地所有者等による通常の利用が行われない地下」とされており、具体的には、大都市における通常の利用として、建築物による利用を考え、「通常、建築物の地下室の設置の用に供されない地下の深さ」と「地下の地盤の状況に応じ

て、通常、建築物の基礎の設置の用に

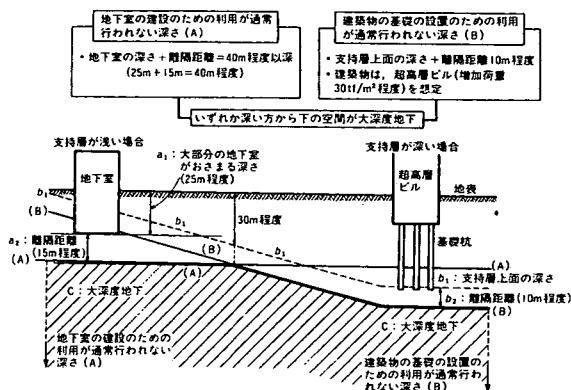


図-1 大深度地下の定義

供されない地下の深さ」のうちいずれか深い方から下の空間として、図-1のように定める。高層建築物などの支持層位置が浅い場合には、40m以深、支持層位置が深い場合には、支持層上面より10m下の空間となる。

4) 大深度地下利用制度で対象とする建築物の規模

大深度地下利用制度では、対象とする建築物の規模として現行最大規模の建築物を前提として構築している。具体的には、地下室規模としては25mの掘削を行うものを、荷重規模としては現行最大規模の高層建築物を、前提としている。これに対して、このような建築物は、ある一部の地域にのみ見られるものであり、過大な要件となっているとの指摘も考えられるが、法令の制限等により建築物規模が規制されている土地(例えば、低層住居地域)を除けば、低容積率(200%)の地域においても総合設計制度等を活用して50階を超える高層建築物が建設された実例は少なくない。

表-1 低容積率(600%未満)の地域に建設された高層建築物の例

表-1 低容積率(600%未満)の地域に建設された高層建築物の例

建設地 都府県市	建設地区 住之江区	地上 階数	地下 階数	軒高	用途地域	制度	容積率		建ぺい率			
							基準 指定第	容積	基準	容積		
大阪府	住之江区	52	3	250	準工業地域	再開発地区	300	600	599	70	54	
東京都	中央区	51	4	199	第2種住居地域	特定街区	400	1170	1170	60	68	
東京都	中央区	44	4	195	第1種住居地域	再開発地区	400	770	762	60	79	
埼玉県	川口市	55	1	186	準工業地域	総合設計	200	350	350	70	33	
東京都	港区	39	3	180	商業地域	特定街区	513	600	600	80	41	
大阪府	北区	43	3	176	商業地域	総合設計	589	756	753	100	38	
千葉県	千葉市	49	2	175	商業地域	400				147	100	19
大阪府	北区	39	3	170	商業地域	再開発地区	225	600	599	80	51	
大阪府	北区	40	2	166	準工業地域	総合設計	300	436	434	70	35	
東京都	渋谷区	40	5	162	商業地域	総合設計	400		478	80	39	
東京都	江東区	37	2	161	準工業地域	総合設計	300		317	60	22	
名古屋市	市	45	160	準工業地域	総合設計	200	313	313	70	16		
東京都	中央区	50	2	159	第1種住居地域	再開発地区	400	580	577	60	78	
千葉県	千葉市	37	1	153	近隣商業地域	400		398	100	36		
大阪府	中央区	38	3	150	商業地域	総合設計	400	456	456	100	59	
大阪府	中央区	38	1	150	商業地域	総合設計	400	487	485	100	45	
大阪府	中央区	37	2	150	商業地域	総合設計	400	598	598	100	24	

国土庁へ

基準容積率とは都市計画により決められている容積率

指定容積率は、それぞれの制度により許可された容積率

実際の欄は、実際の建築物の数値

5) 技術指針の内容

大深度地下空間の特定方法は、どの事業においても統一的に運用されるべきものであり、①大深度地下空

間の特定方法について定める。また、大深度地下に施設が設置されたとしても、大深度地下施設の規模等によっては、大深度地下施設、地上建築物の建設に相互に支障をきたす可能性もあり、これについて、適切に対処する必要があるため、②大深度地下施設の規模に応じた適切な離隔距離について定める。さらに、大深度地下は、通常利用されない空間ではあるが、大深度地下施設の破壊・損傷防止などのためには、大深度地下利用制度で前提としている地上建築物等に対して十分な耐力を有する必要がある、③大深度地下施設の設計荷重の考え方、④地盤の変形に対する対処について定める。

なお、地上建築物にどのような制限が設けられるのかについて、⑤大深度地下利用制度による制限の内容として定める。以下①～③、⑤について述べる

①大深度地下空間の特定方法

大深度地下空間がどこから始まるかについては、制度の根幹となる事項であり、制度の透明性、公平性を確保する上で、誰が求めても客観的に特定することが必要である。図-2に特定方法のフローを示す。

建築基準法施行令第38条においては、「基礎の底部（基礎ぐいを使用する場合あっては、当該基礎ぐいの先端）は良好な地盤に達していなければならない。」とあり、制度で前提とする高層建築物においては、全てN値50以上の良好な地層を支持層としている。したがって、N値50以上を示す支持層を特定し、その位置がaの地下室の条件とbの建築物基礎の条件のいずれに該当するかを判断する。

なお、既存の高層建築物が選択している地盤の許容支持力は、直接基礎の場合は100tf/m²、杭基礎の場合は250tf/m²であり、当該地層が、想定する基礎形式に対して、十分な支持力を有するかどうかを判断する。

具体的には、特定した支持層が25m(制度で想定する最大規模の地下室規模)以浅の場合、直接基礎（支持力100tf/m²）の支持層となり得るかどうかを判断し、なり得る場合には、40m以深を大深度地下とする。

25m以深の場合は、杭基礎（支持力250tf/m²）の支持層となる得るかどうかを判断し、なり得る場合には、支持層上面から10m以深を大深度地下とする。

いずれの場合にも、当該地層に支持層としての強度が不足している場合には、さらに深い位置で検討することとなる。特に、支持層が中間支持層の場合には、支持層の突き抜けや杭先端のパンチング破壊等についても考慮する必要がある。

②大深度地下施設規模に応じた適切な離隔距離

①による大深度地下空間の特定は、土地所有者等による通常の

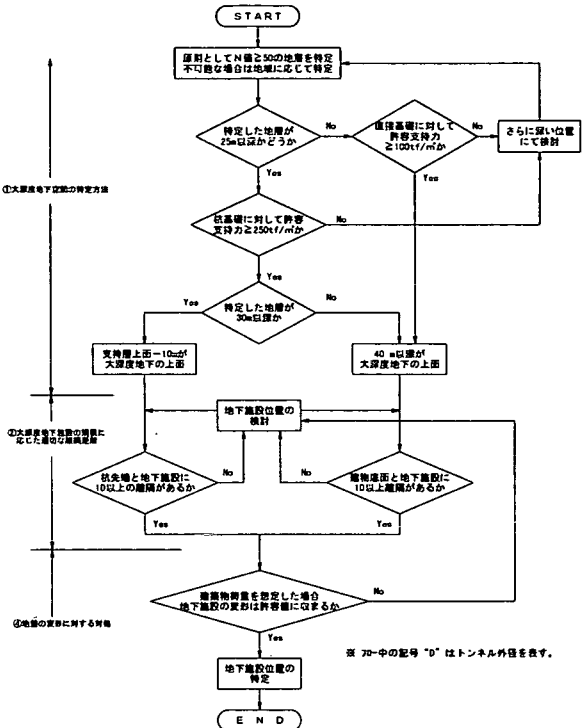


図-2 大深度地下の特定方法のフロー

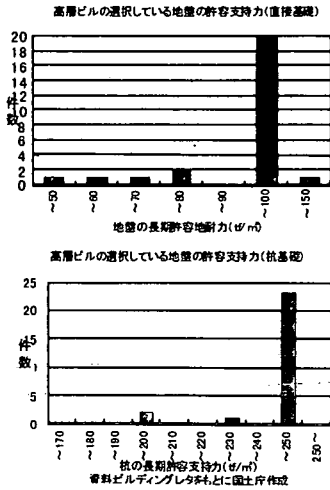


図-3 高層建築物の支持層の支持力

利用が行われない地下空間の特定方法を示したものである。しかしながら、通常、施設間では、それぞれ有意な影響を回避するため、必要な距離を隔てる（離隔距離）こととしており、大深度地下施設においても施設の規模に応じて、既存建築物や制度で前提としている建築物との間に適正な離隔距離を得る必要がある。

大深度地下は、支持層より下の地盤で、地表、浅深度地下の地盤条件とは異なり、堅くよく締まった地盤で構成されていることから、既存の示方書等における併設トンネルの場合の記述などを参考に、離隔距離については原則として1D以上とすることとする。

したがって、トンネル径が大きくなれば、離隔距離1D以上の条件により、大深度地下施設の位置を大深度地下の上面より深くする必要がある。

③大深度地下施設の設計荷重の考え方

大深度地下利用制度で前提としている規模の建築物の建設にも支障がないように大深度地下施設を十分な耐力を有する構造とすることが必要。荷重の設定においては、土圧、水圧、建築物から作用する荷重等それぞれの荷重を分離して、重ね合わせることで、作用する荷重を算定する。算定のフローを図に示す。

a) 土圧及び水圧

大深度地下は、浅深度とは違い、堅くよく締まった地盤であり、かつ十分な土被りを有することから、原則として土のアーチ効果を見込んだ緩み土圧理論により鉛直土圧を算定することとする。大深度地下地盤に対しての緩み土圧の適用の是非については議論があるものの、これを超える土圧の作用が考えられないことから、土圧は緩み土圧相当とする。なお、最低土圧としては、1D相当の土圧を採用する。

大深度地下施設設置後、上部が掘削され、建築物が建設されたとしても、1D以上の離隔があり、かつ、大深度地下は地盤が良いことから、影響は小さく、作用する土圧は、当初に設定した土圧から変化しないと考える。

また、大深度地下では水圧は支配的な荷重となるため、地下水位の設定には慎重に対応する必要がある。

b) 建築物から作用する荷重

臨時大深度地下利用調査会答申では、地下掘削に伴う排土荷重を相殺する増加荷重の概念を導入し、増加荷重 30tf/m^2 の建築物を最大規模としている。大深度地下利用制度においては、最大規模で地下25mまでの掘削を前提としており、土の単位体積重量は場所毎に異なるが、 $\gamma = 1.6\text{tf/m}^3$ とすれば、 $30 + 1.6 \times 25 = 70\text{tf/m}^2$ の荷重を発生させる建築物を前提とすることとなる。

この荷重について、直接基礎の条件より大深度地下の上面を定めた場合には、基礎底面から 45° の分散角で荷重が分散すると考え算定を行う。また、杭基礎の場合は、支持層上面を仮想の作用面と考え、作用面より 45° で分散するとして算定を行う。

ただし、前述のとおり、法令の制限等により、建築物規模に制限がある場合には、これを考慮して建築物規模を決定し、荷重の算定を行うものとする。

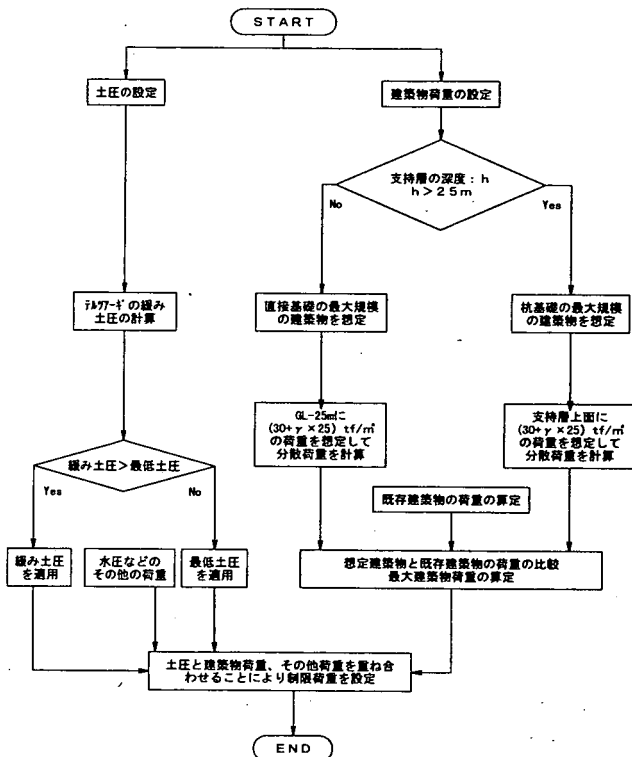


図-4 荷重算定方法のフロー

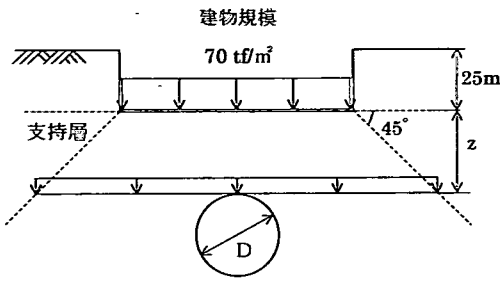


図-5 直接基礎の場合の算定例

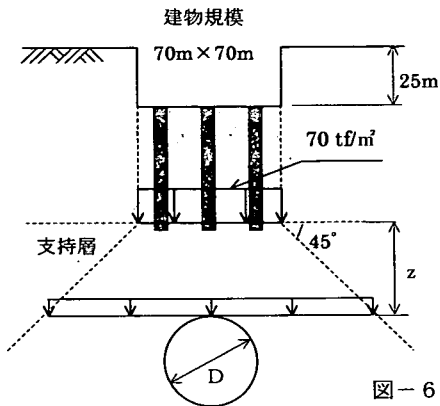
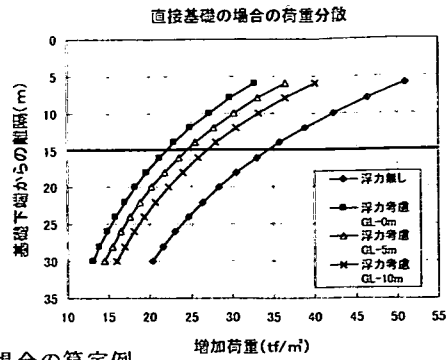
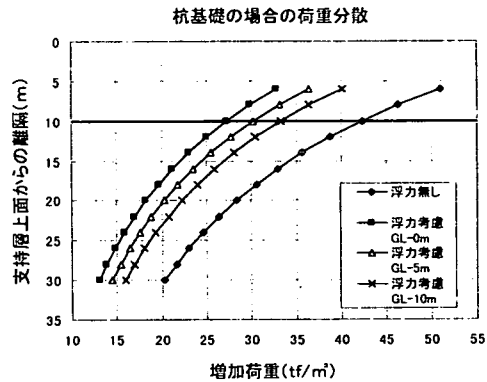


図-6 杭基礎の場合の算定例



⑤大深度地下利用制度による制限の内容

大深度地下利用制度で前提としている建築物規模の範囲内で建築物を建設することは、支障なく実施できるのは当然であるが、これを超える規模のものについても、一切建設不可能となっているわけではなく、大深度地下施設への影響を個別に判断して、建設の可否を判断することとなる。

大深度地下施設にとって制限として必要な内容をつきつめれば、①から④までの定めるところにより設けられた大深度地下施設に支障を及ぼさないことである。

前提としている規模を超える規模の建築物の可能性としては、例えば、荷重制限を超える建築物であっても分散の程度（分散距離が長い、載荷面積が小さい）等によっては可能であること、山留め壁長に関しても、30m程度の地下掘削であっても、排水工法を用いることにより5m程度の例が多く、25mを超える規模の地下掘削も十分可能であることなどがある。

5. 今後の見通し

法制度化の時期については、今のところ未定であるが、昨年5月の調査会答申を尊重した法制度を構築すべく、現在政府内で調整を行っているところである。

参考資料

1. 臨時大深度地下利用調査会：臨時大深度地下利用調査会答申、1998.5
2. 国土庁大深度地下利用研究会：大深度地下利用の課題と展望、ぎょうせい、1998
3. 佐藤寿延：新たな段階を迎えた大深度地下利用、土木学会誌vol183-12, pp29-32、1998
4. (財)日本建築センター：ビルディングレター