

II-72 地下空間に係る水理問題とその視点

埼玉大学工学部

正会員 ○佐藤 邦明

都市地下空間活用研究会

正会員 西 淳二

1. はじめに

昨今、地下空間利用に係る技術の社会的ニーズが従来に増して拡大しつつある。周知のように、地下空間は概観して、地下発電所や石油地下備蓄空洞のように地方部に作られるもの、地下街や地下鉄空間のように都市部に建設されものに分けられる。主として前者は岩盤地山に、後者は沖積地盤に作られてきた。いずれも今日まで国内外共に多くの建設実績があり、技術開発も日進月歩の感がある。また、放射性廃棄物の岩盤深層処分、圧縮空気による電力エネルギー貯蔵等、さらに、都市部における地下空間の深層利用も新しく提案されている。こういった中で、本編では特に、地下空間利用に伴う地下水（水圧、湧水、環境水理）及び空間内の水分・結露等、地下空間と水の問題を中心に技術的視点からの考察を報告する。

2. 地下空間の利用形態とその特色

いま、思考対象をはっきりさせるために地下空間利用の形態とその特色を現状からまとめてみると、図-1のように大略列挙することができよう。少なくとも現状では、地下街や地下鉄のような都市関連地下空間と地下発電所や石油の地下備蓄のような都市から離れた所の貯蔵・格納・処分関連空間に大別され得る。前者は都市部の沖積地盤に作られ、後者は岩盤地山に建設されてきた。

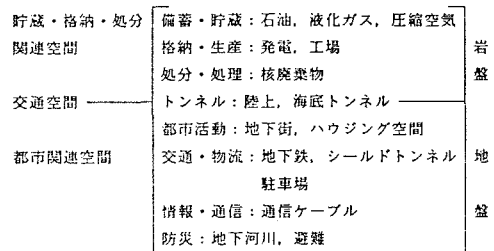


図-1 地下空間利用とその形態

トンネルのような交通空間は都市内外、及び岩

盤、沖積地盤を問わず、古くから掘られてきた。都市関連地下空間は文字通り人間活動が最も活発な場所にあり、ライフライン、インフラストラクチャーとして都市の基盤を直接支えるものである。一方、貯蔵・格納・処分関連地下空間はどちらかといえば国土の形成活動をバックアップする役割を担う性格をもつものといえよう。欧米では図-1のいずれにも属さない空間があり、シェルターや軍事的性格をもった地下空間が公的に作られていることは周知の通りである。日本の場合は諸外国に比べ地下利用に関する歴史的経緯、及び文化的感覚が異っている。技術的に見ると、地下空間利用の形態と対象によって地下空間の建設深度、規模、利用頻度、適地選定条件、技術的具備条件が違ってくる。以下に地下空間と水の問題についていくつか選択的に考えてみる。

3. 水理問題とその視点

地下空間の利用における水の問題といえば、大別すれば、地下河川や下水幹線のごとく地下空間そのものが水施設になっているものとそうでないものに分けられる。基本的に①施工・利用に係る構造物の周辺の水理問題（たとえば水圧、湧水、漏水、空洞結露、水分湿気等）、②地下空間建設時及び建設に伴う広域環境水理（たとえば地下水遮断、地下水低下、地盤沈下、地下水環境の変化）の問題、③地下水質と熱水理（たとえば地下水汚染、伝熱、対流）があげられよう。岩盤地山に作られる石油、液化ガス、圧縮空気貯蔵などはその他の交通、都市関連空間のいずれとも違って、水封方式が基本となるため地下水の存在が不可欠となる。これらに共通して言えることは、地下空間が岩盤の強度を利用し、地下水を水封材として活用されるという特色をもっている。従って、地下水は適当に必要となり、技術的には地下水を制御・利用するという観点から捉えて対処することになり、空洞の建設後はもとより、施工中においてもこの技術は要求される。一方、同じ岩盤に作られる空間でも地下発電所や工場のようにものを格納する場合には地下水は必須なものでなく、どちらかといえば歓迎されない。これは核廃棄物の処理・処分空洞の場合に

についてもいえるが、核廃棄物の場合における地下水問題は核種の拡散防止に力点がおかれ、それが定量的議論と結びついてくる。

都市関連の地下空間における地下水問題はいずれも地下水そのものがあまり歓迎されないという視点に立って対処される。従来の都市関連空間は岩盤地下空洞に比べると、非常に浅く、現状の地下鉄の最も深いものでも40数mといったところで、地下街のごときは地表の近傍がその一部として作られた。従って、日本の大都市において沖積地盤中の地下水が浅いことは確かであるものの、従来の都市関連空間の施工や利用上はあまり問題とならず、むしろ地下水環境上の障害の方が重視されてきた。日本の大都市の場合、地下水が戦後水資源として大規模に利用され、地盤沈下を起こしつつ水位が低下してきたことは特記すべきであろう。

今日、大都市における地下空間利用の有り方・秩序化が問われ、新しい利用の方向が活発に議論されつつあり、都市の立体化、高密度利用、機能的階層化に地下空間が一翼を担おうとしている。そういった視点から地下空間が50m～100mへと深層化し得るという発想が検討・議論にのぼっている。その際、地下街のように人間の活動が中心になるような地下空間は地表近傍に設ける方が好ましく、交通空間のようなものは必ずしも浅くなくてもよいのではないかという見方がある。特に、拠点的にせよ線状空間にせよ、規模が大きくなりかつ深

層化すると、都市スケールと地下空間規模のスケール比が無視できなくなる場合が生じる。特に、深層交通地下空間の場合図-3(a)のように、線状空間に沿う流れ、あるいはウォーターフロント近傍の地下空間の集水効果といったものが考えられる。さらに、地下空間が深くなるにつれ空間壁の遮水性はもとより空間内の結露・水分管理に配慮を要する。都市における地下空間と地下水の関係について最も適用性が広範な解析手法といえば、恐らく数値シミュレーションということになるだろうが、地下空間の形態、利用に固有の地下水環境予測を確立し、その評価法を研究する必要があるだろう。

4. むすび

昨今、岩盤地山はもとより都市における地下空間利用が新たに社会的ニーズに直面している。こういった背景にあって本報では地下空間に係る地下水に焦点を当てて二・三考察してみた。従来、基本的な地下構造物・空間と地下水の関係はかなり判明しているが、特に都市部において地下空間が大規模化、深層化するにつれ広域的に地下水環境を総合的に捉える必要が生れよう。幸いにも、過去に蓄積された広域地下水保全と地盤沈下の研究成果が役立つのではないと思われる。

なお、本研究は土木学会「地下空間利用技術に関する研究小委員会」で昭和62年度から進められている成果の一部であり、今後も継続して研究を進める積りである。

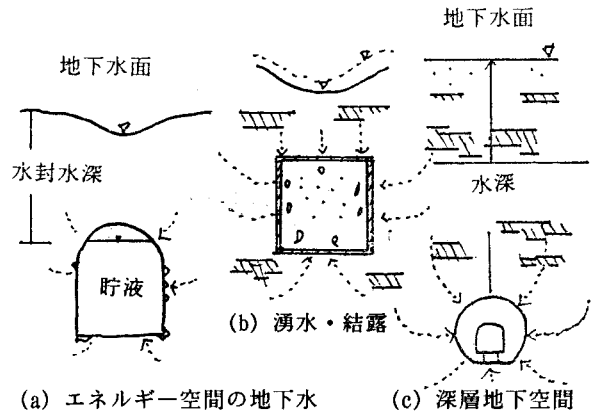


図-2 地下空間の水圧と結露

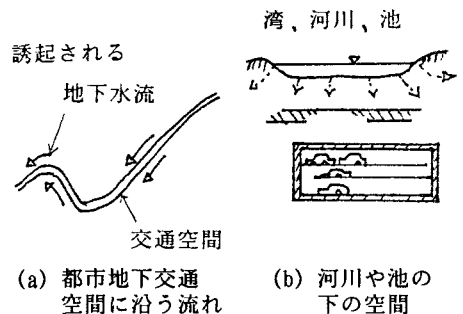


図-3 交通空間とウォーターフロントの地下空間