

の人に地下は危険であるという漠然としたイメージを与えたことは誠に残念である。土木学会地下空間委員会の研究によると、常時でも一般の人は地下に対しては“暗い”“危険”という印象をもっており、彼らが安全神話なるものを信じていたかどうかは定かではない。一方、今回の一連の報道の中に、上記以外の大部分の地下構造物の被害が軽微あるいは無傷であったという事実を大きく伝えたものは全くなかった点には不満が残る。

地下構造物といっても構造、構築方法に様々な種類があり、それらを一緒にして議論することには無理がある。今回被害の大きかった地下構造物の特徴は概ね以下のようにまとめられる。

- ① 施工方法：開削工法
- ② 被害箇所：鉄筋コンクリート製の中柱
- ③ 土被り：5m前後

しかし、これらの条件を満足する地下構造物でも被害のないところは多数ある。その差をもたらす条件としては、地盤を考慮しないわけにはいかない。地盤には地震の波動を伝える性質と地震に応答する能力の両面がある。前者は地形との関係を含めての地震波の増幅にかかわるもの、後者は地盤の変形性能に関するもので液状化すると大変形を起こす。地下構造物が大きな被害を受けた箇所の地盤は、三角州や旧溜池であったと推測されており、被害状況と地盤条件（谷筋が埋まった場所、埋立地等）の関係が地上構造物にも当てはまることも勘案すると、地盤条件が大きく影響していることは間違いない。

地震被害と地盤条件との関連は、山岳トンネルやシールドトンネルでも確認されており、今回の地震でも前者の断層破砕帯近傍でのひび割れ発生、後者の液状化した地区でのセグメントの被害が報告されている。しかし、問題をさらに複雑にすることとして、同じ地盤条件でも被害程度に差異が発生しているという事実があり、他の要因分析も含めてその原因究明には時間を要するだろう。

今回の地震でややもすると地震時の地下構造物の脆弱性が強調されすぎ、すべてを補強しなければならぬという論調も目につく。被災した構造物と同じ条件ながら、なぜ損傷を受けなかった構造物があるのか、この点を説明できる材料を早急に用意し、合わせてなぜ開削工法の構造物が被害が大きいのか、土被りが5mより浅い場合、逆に深い場合には被害の程度はどうなるのかなどを究明していかなければならない。その結果を持って、場所・条件によって補強・補修のメリハリをつけることのできるように対応することが技術者の使命であろう。

今回の地震被害を目の当たりにして、地震時の地盤の中にある構造物の解析法の不備を痛感した。今後、地震波の伝播経路を含めて地震動の予測に努め、地盤と構造物との相互作用を考慮した合理的で、かつ十分な耐震性を有する地下構造物を築造し、災害時には地下が避難場所の選択肢のひとつとなるような状況づくりが必要と思われる。これが震災で亡くなった方々への地下構造物に係わる技術者のできるせめてもの手向けと考える。

■ 何に備えるべきなのか…それが問題である

正会員 鹿島建設(株)関西支店 プロジェクト推進担当部長 池亀 建治 Kenji IKEGAME

自然災害に対して、土木技術には経験工学の域をでていなかった面が多くあることを強く再認識する結果となった。地上構造物には壊滅的な被害が発生したが、地下構造物は一部を除き安全だったとの認識は、厳に慎むべきである。地下構造物は、都市機能の中核であり最も人が密集する場所

に設置されている。それだけに、安全確保は特段に求められている。

技術の本質である、発生が予測されることに事前に科学的に対応すべき役割が果たせなかった以上、発想を変えるべきであろう。土木技術を根底から見直し、技術者だけでなく、多方面の関係者

にも参画を求め、構造物が使用される社会的環境、地域的特性まで含めた、総合的見地から安全の確保の議論をすべきである。すなわち、起きるはずがないことを想定するという問題に遭遇している状況であり、際限がない面はあるが、起きてはいけないことを想定することについて、議論をすべきであろう。……何に備えるべきなのか。

いま概括して説明することはできないが、事例として考えてみる。構造物内部では火災の発生を想定しているから、防火壁が備えられている。ほぼ全線に連続している地下鉄において、なんらかの構造物の損傷が発生したと想定すれば地下水の流入が予測され、一部の被害を容認し防水壁を設置しておいて、全面的な水没の阻止を図るべきであろう。

また、ユーロトンネルで採用されているように、上下線は単独で分離されている。地下鉄での駅舎も含め上下線完全分離は検討に値する。さらにシャトルは搭載自動車の火災を想定して、牽引車を前後に備え、非常時には遠隔装置で問題車両を切り離し、両方向に退避できるシステムになっている。地下鉄でも非常時に車掌が運転し、逆に走行できるシステムなどは検討する必要があるのではないか。

自由度の高い地下を一部で検討されている立体換地方式などの活用も含め、安全と安心を確保して、高密度に利用することで、防災性、快適性、環境保全の向上も含め、都市構造を根源的に再考すべきである。

■ 地下空間の計画—安全と安心の確保にむけて—

フェロー 工博 早稲田大学教授 理工学部土木工学科 浅野 光行 Mitsuyuki ASANO

地下空間は一旦開発され、利用された場合、神戸高速鉄道に見るまでもなく、地震による構造物の被害の復旧は、地上施設と比較して多くの難しさを伴い、また時間を必要とする。地下構造物の耐震性向上が基本となるが、同時に、都市の地下空間計画にあたっての課題は多い。とりわけ、人間活動系の地下空間においては、防災技術が高度化し、構造的には安全性が高くとも、地下空間の利用者に対して真の安全と安心をいかに提供できるかがきわめて重要である。そのための方策として次の2点を提案したい。

(1) 自然光の採取

地下街等、地下における人間の活動空間の被害は軽微であった。しかしながら、いずれの地下街、

地下駐車場も地震直後は停電しており、避難行動でのパニックは容易に想像される。非常用電源の耐震性強化は必要であるが、地下鉄も含め、人々が滞留する地下空間においては、一定間隔で自然光の取り入れが可能な計画上の配慮は一考に値する。

(2) 避難・誘導の情報システム

地震時、地下空間にいる人々にとって、最大の課題は避難である。地下空間における被害状況はもとより、地上空間における状況も把握したうえで的確な避難を必要とする。そのためには、正確な被害状況の情報提供と誘導が必要であり、耐震性に優れたハードとソフトからなる避難・誘導のための情報システムが不可欠である。

■ 公共施設としての地下構造物

ランドマーク(株) 代表取締役 山本 芳明 Yoshiaki YAMAMOTO

1980年代の後半から、大都市の既成市街地の地下空間利用について議論が交わされるように

なってきた。大深度については所有権の存否という根幹的な問題が議論の出発点となっているが、