

地下空間において、突発的な事故により、東京湾や隅田川に近接している個所で穴が開き、大量の水が流れ込み出し、しかも有効な対応策がとられなかったらどうなるか。東京湾という無尽蔵な水の供給源から、水位が同じになるまで流入が続き、地下空間は全没してしまうだろう。こうなったら都市機能は完全に麻痺してしまい、その損害は莫大な額に達する筈である。実際には工学的に様々な配慮が講じられており、水の大量流入事故の発生そのものが確率的にきわめて低い、あるいはまず起こらないと考えられているのであろう。しかし、震度7クラスの直下型地震に襲われれば、地下構造物は地上構造物に比べ地震の影響を受けにくいといわれているものの、その一部が破壊し、外部の水が流入するという最悪のケースも、考慮しておかなければならないのではないかと、

防災対策の一環として、次の3点を提案する。

- ①都市部の地下空間の詳細な現況図を作成する。
当然上下を含めて、立体的に把握できるものでなければならない。
- ②外部水域の地中部での侵入状況を調査する。
これは手間のかかるやっかいな問題である。我々は一般に地図を見て、陸地と水域（海、河川、湖沼等）は一本の線で画然と分けられてい

ると思っている。しかし、これは水面上での境界であり、水面化での境界はきわめて複雑で、水域が地中部にも深く侵入しているのが実状である。我々が大地と思っている所も、構造物の間隙、昔からあった遺構、地盤沈下により生じた空洞等を通じて、外部の水域が入り込んでいくわけである。水域と地下空間は、地山あるいは人工構造物（土壁、コンクリート、鋼材等）により隔てられているが、これらの機能が何らかの理由で損なわれると、水は遠慮なく流入してくる。地下空間と外部の水域が近接している部分の現状はどうなっているかについて、予め調査しておく必要がある。

- ③地下空間に水が流入し出したケースを想定して、その対応についてシミュレーションを行う。

以上は、一応地震時を想定したものであるが、水対策の問題は、平時においても念頭におくべきテーマである。1992年4月、シカゴで、工事上の不注意により広範囲の地下空間が水浸しになり、1000億円を越す被害が出た例もある。水に逆らって海水面下に進出し、その空間を利用する以上、防災対策に多額の費用がかかろうとも、人類が当然払わなければならない代価である。水ほど正直なものはないのである。

■ 地下鉄中柱の設計

神戸市交通局 技術部計画課設計第1係長 長光 弘司 Hiroji NAGAMITSU

地下安全神話の崩壊とまで言われた地下鉄構造物 RC 中柱のせん断破壊。変形性能の違い？か、鋼管柱は被災を受けていない。損壊した RC 中柱は鋼板巻きで復旧したものの、新設構造物についてどう耐震設計していくかが大きな課題である。耐震設計に関する参考資料も出て、今回の兵庫県南部地震程度の大規模地震を想定して、いくつかの具体ケースの耐震解析を進めている中で思うところを挙げてみたい。

(1) 合成柱の設計

当然のこととはいえ RC 柱が相当太くなる。限

られた地下空間に設置せざるを得ない地下鉄の宿命から RC 中柱の断面アップにも制約がある。線路直角方向に広げ難い場合は線路方向へかなりの断面アップとなる。鋼管柱にすればよい訳だがかなりのコストアップとなる。RC 柱と鋼管柱の中間的な合成柱の設計が課題である。

(2) 外力（せん断力）の低減

地下車庫や広いコンコースをもつ駅舎など上床版の面積が広い構造物は、地震時せん断力が大きく作用することになる。地震時せん断力を低減できないか。地震時せん断力は、地盤のせん断強度

以上には作用しないであろうから埋め戻し材を軽量化するなどして地盤のせん断強度を低く抑える、あるいは上床版と上載土との摩擦を切るなども検討課題である。

(3) トータルバランス

重要構造物であり早期復旧が必要な地下鉄構造

物は、耐力限界を越えない耐震性能が必要であるが、復旧の容易性から言われる「ヒューズ機能」もトータルバランスから必要な検討事項ではなかろうか。当然、土に接していない箇所が望ましい。中柱も候補のひとつである。

■ 高架システムの開発を—現地からの提言—

正会員 元・土木学会鋼構造委員会委員 駿河 敏一 Toshikazu SURUGA

阪神・淡路大震災後、神戸市内では幹線道路の交通渋滞が続いているので、車に乗るのを避けていたが、作秋、知人の入院を手伝うため、車で市立中央市民病院があるポートアイランド（島）へ行った。神戸大橋を渡って島へ入るのはほんの数分だったが、その帰りは大渋滞に巻き込まれ、島を出るのに1時間以上もかかり、いらいらした。渋滞の原因は、神戸大橋に通じる高架や阪神高速道路神戸線の高架の不通と、その復旧工事による国道2号線・43号線の車線規制のためである。

阪高神戸線の全線復旧は、今年10月とのことであるが、島の港湾施設が復旧しても、道路が麻痺しては片手落ちなことでもあるし、このような渋滞が当分続くことについて、仮設住宅を含む島の住人や、官庁・民間企業とくに運送に携わる人々の苦渋が思いやられ、かつて橋や高架に関わってきた一介の技術屋としても、やりきれなく申し訳ない気さえする。JR・私鉄・新交通などの鉄道高架の復旧が、割合短い期間だったのに比べ、道路高架の復旧がこんなにも長い期間かかるのは、いったい何故なのだろうか、わが国の道路高架や橋の技術はどうなっているのだろうか、緊急事態に早急に対処できないような技術では、進歩した技術と言えないのではないか、など素朴な疑問を感じざるをえない。同時に、復旧・復興の業務に携わっている関係者の皆さんの大変な努力とご苦勞を考えないわけにはいかない。

これまで我々は、構造物の計画・建設にあたって、壊れないようにすることは考えても、壊れた場合どうするかなどは、あまり考えていなかったように思うが、今回の震災の貴重な経験をふまえて、壊れ難い構造物を作ることは当然ながら、壊れても早く、容易に復旧できる構造物を作ることを考えるべきだと思う。

そこで、道路高架に関する今後の課題として、高架が被災した場合でも、早急に復旧可能な簡易で省力的な構造の、しかも多目的の高架システムの研究開発の実行を提言したい。

ここで、高架の被災を前提とするのは、地震は地殻変動により起こり、局所的とはいえ、大きな変位と衝撃が生じるので、今回のように直下型の場合、長が物である高架が被災しないとは考えられないからである。たとえ落橋しないようにしたとしても、大きな変位や変形が生じれば供用不能にもなろう。また、簡易で省力的な構造のローコスト高架の開発は当然のことであろう。

さらに、多目的高架の開発の提言は、道路高架を今の我々の橋の概念から切り離して、道路兼用の建造物と位置づけ、その中に住居を含む様々な施設をも導入することを考えれば、開発の夢も膨らみ、面白くなると思うからである。住民に嫌われてきた高速道路を部分的にでも住民のために活用するのも、社会開発に貢献することになると思うが如何であろう。この分野でも発想の転換による規制緩和とリストラを期待するものである。