

り、そのベースとする地表面での最大水平加速度は0.3Gである。この値は、全国代表変電所210カ所に対する、再起年75年（設備の法定耐用年数の3倍にあたる）の基盤最大加速度期待値に基づいている。

これに対し、灘区にある新神戸変電所は今回動いたとされる断層の近傍に位置しており、地表面で水平約0.6G、上下約0.5G程度の最大加速度が記録された。さらに、周知のように神戸海洋気

象台においては0.8G程度の記録がある。

であるからといって、今後これらの既往最大地震力に耐えるように補修や設計を行うべきだろうか。供給支障を限りなく0に近づけるのが理想なのか。設備形成にあたって復旧の効果をどのように織り込むのか。システムの信頼度レベルをどこに置くか。ライフライン地震工学はこうした課題に今こそ具体的な解を出さねばならない。

安全で快適な生活供給システムのための根本的な視点

正会員 工博 攻玉社工科短期大学教授 大野 春雄 Haruo OHNO

阪神・淡路大震災をはじめ、ここ数年の頻発的な大規模地震による被害をみても、常にライフラインの弱さが指摘されている。厳しい評価をすると、20年以上に及ぶ耐震研究・技術の成果はどうなっているのかと言われても仕方がない。今回の地震によるライフライン被害の全面復旧には、電気が7日間、ガスが87日間、上水道が91日間、電話が15日間かかってしまい、近代化し過密化した都市部での直下型地震に対するライフラインの弱さがさらに強調されてしまった。そこで、このフォーラムでは、災害により強く安全で快適なライフラインにしていくための根本的な部分の見直しについての提案をする。

提案1: システム（ライン）供給の脆弱性を考慮し、災害時の供給機能を確保するために、簡単に個別供給に切り替えられるシステムにする。1994年三陸はるか沖地震の八戸液化ガスの被害復旧ではプロパンのライン供給をプロパンのボンベの個別供給に切り替えて対処した事例や上水道では災害時の井戸の機能の重要性を再確認する。

提案2: 受け手側が容認（我慢）できるライフライン機能支障を限界ターゲットとした被害軽減対策。地震後何日までに機能を何割復旧する必要があるというサービス水準に対するシステムの耐震補強計画を定める。あるレベルでは需要家までの供給をあきらめ、地区ブロックの拠点まではシス

テム供給できるような管網の確保を重点策とし、下位のレベルの管網の対策は次の段階とする提案。明日にでも起こっても不思議ではない不確定要素を含んだ地震に対応させるための緊急対策が必要である。

提案3: エネルギー系ライフラインである都市ガスシステムと電力システムの地震時の供給信頼性・機能性に着目して、安全で快適な生活供給システムを根本的なところのシステム構成の見直しを考える。“エネルギー系ライフラインを都市ガスから電力に代替できないものであろうか”“全電化ビル・マンションのようなシステムを都市域に導入すること”などをヒントとして、エネルギー事情と都市ガスの供給信頼性を考えたシステムの基本構成を見直す。たとえば、ガス供給ブロックの拠点に燃料電池による小型コージェネレーションシステムを配置し、ガスを電気と熱の供給に代替し、これにより需要家までの直接的なガス供給をやめてしまう。

以上、ライフラインシステムをさらに災害に強く安全な領域にしていくための、事前の被害軽減対策、直後の緊急時の対策、事後の復旧対策、復興計画の各部分に対するコメントを示した。

各ライフラインは供給物の特性、重要性により安全性のレベルや信頼性のレベルに大きな差がある。この点を考慮し、今後はライフライン全体を

見つめたトータルな安全性・信頼性のレベルの設定（需要側が容認できる：Acceptable）が必要に

なると考える。

■ ガス導管耐震性強化の合理的指針の確立を

正会員 工博 東京ガス(株) 西尾 宣明 Nobuaki NISHIO

この地震で、ガス供給停止需要件数は85万件を数え、復旧には3カ月の長期間を要した。その原因のひとつにガス供給源となる中圧輸送管にかなりの被害が生じたことも上げられるが（1965年以前の古い溶接技術で施工された鋼管の溶接部に集中）、原因の大半は20000カ所を超える低圧供給配管網の被害の膨大さにあった。被害の過半（供給管・内管では大半）は小口径鋼管のねじ接合部に生じたものである。このことは、被害率の大小の差こそあれ、過去の被害地震に共通するものである。1978年の宮城県沖地震の後で、このねじ接合鋼管の使用を事実上禁止する内容の「中・低圧ガス導管耐震設計指針」が日本ガス協会によって検討された（1982年に完了）。しかし、何らかの理由で通産省はこれを棚上げにし、約5年間、出版は凍結された。1994年の釧路沖地震でも被害はねじ継手に集中したが、かねて導管網の耐震化に積極的だった釧路ガス(株)の施策の

効果か、被害は特殊な地盤条件の地域に限定された。その後に関われた「ガス事業大都市対策調査会」で、「中・低圧指針」の「地盤変位吸収能力」によるガス導管の耐震性評価基準はおおむね妥当なことが確認された。神戸市では歴史を反映して古い導管網が大量に残され、それに被害が集中した。したがって、被害の原因も過去の事例の延長上にあると考えられる。その意味でも「中・低圧指針」は再評価されるべきであろう。

導管網のブロック化を柱とし、地震情報システムや被害分布推定を梁とする地震時対応策も研究されているが、地震対策の基本は管路の耐震化にある。被害分布の事前推定などは、むしろ、既存の導管網に対して管路耐震化（管の入れ替え等）の合理的な優先順位づけに用いるとき最も有効である。しかし、被害推定法自身が架空の理論を基礎とするものであれば無意味である。合理的被害推定法の研究が望まれる。

■ ライフラインの基礎耐震化システムの検討

フェロー 工博 新潟大学名誉教授 小出 崇 Takashi KOIDE

阪神・淡路大震災は、他の土木構造物と同様に水道管路にも及び、目下、多くの都市で恒久復旧工事が行われている。一方、厚生省をはじめ、日本水道協会、神戸市、西宮市および阪神水道企業団は、いち早く震災復興のための提案を行い、全国水道施設耐震化の指針となっている。

ところで、これら提案の中には、「ブロック化」や「バックアップ」等の用語がしばしば見られ、これらは、ライフラインの「基礎耐震化システム」ともいうべきものであるが、これまで十分な検討

が加えられておらず、今回の大震災を契機に、「単体としての耐震性」に劣らず重要な「管路組織体としての耐震性」増強のため、十分な検討が必要であると思われる。

ブロック化は、新潟地震の恒久復旧手法として新潟市によって編み出されたもので、その管路情報収集能力と施設運営能力とから、近年ようやくその長所が認められるようになった管路システムである。しかし、災害時に期待される復旧の迅速化、応急給水のレベルアップ化および多様なバック