調査報告

第4回アメリカライフライン地震工学会議での論文発表およびアメリカ地震防災の研究動向の調査

Report on the Fourth U. S. Conference on Lifeline Earthquake Engineering and The Trends in This Field in U. S.

童　華南*
Huanan TONG

はじめに

筆者はこのたび平成7年三好助成金を得ることができ，4th U.S. Conference on Lifeline Earthquake Engineering に参加，発表し，耐震工学のライフライン分野の最新の研究動向を把握するチャンスを得たので，ここに報告する．

会議の概略

この会議は ASCE（American Society of Civil Engineers）が主催する四年に一度のアメリカの国内会議であるが，ライフラインに絞ると世界の最も重要な会議であるため，日本と各国の地震工学関係者が数多く参加した．

ライフラインの対象は幅広いが，本会議で発表された論文の分類をみれば，どのような問題を扱っているかが分かる（Lifeline Earthquake Engineering Proceedings of the Fourth U.S. Conference による．筆者注：これらはライフラインの対象をすべて包括していない）．

Categorization（分類）	論文の数
Seismic Hazards（地震危険度）	5
Socio-Economic Effects（社会-経済への波及効果）	8
Gas and Liquid Fuels（ガスと液体燃料）	17
Water and Sewerage（水道と下水道）	12
Electric Power and Communications（電力と通信）	9
Bridge Analysis and Rehabilitation（橋梁の解析および復旧）	9
Bridge Hazard Assessment and Prioritization Methods（橋梁の危険度および重要度の評価）	3
Bridge Earthquake Damage Assessment（橋梁の地震被害判定）	3
Lifeline Interaction（ライフライン被害の相互影響）	6
Infrastructure Rehabilitation（インフラ復旧）	7
Case Studies（ケーススタディ）	7
Post Earthquake Investigations（地震被害調査）	4
Northridge Earthquake（ノースリッジ地震）	11
Hanshin Awaji Earthquake（阪神・淡路大震災）	5

*東京大学生産技術研究所　第5部

前回の論文集と比較すると，社会-経済への波及効果の論文の数は1から8まで増加し，また橋が特に注目されるようになったことが分かる。

二つの大震災

今回の会議は，以前に比べて特別な背景がある．つまり，過去経験したことのなかった二つの大震災（去年のアメリカのノースリッジ地震と今年の阪神・淡路大震災-兵庫県南部地震）が起こってからの最初のライフライン会議である．二つの地震の規模はそれほど大きくないが，現代都市の直下型の地震であるため，電気，ガス，水道，交通および通信施設などの被害は甚大なものであり，ライフラインの地震防災上の重要性が改めて認識された．この背景のもとで，大半の発表は二つの大震災に触れ，二つの地震被害の現実を踏まえて，多くの観点が刷新され，ライフライン防災が新しく生まれ変わりそうな雰囲気である．

二つの地震は，論文分類のタイトルとなっているが，阪神・淡路大震災は，会議の投稿の締め切り後に発生したため，初日および最終日に特別講演として追加された．以前のライフライン被害が大きかった地震と言えば，日本の宮城県沖地震（1978年）とアメリカのロマプリータ地震（サンフランシスコ湾岸，1989年）が有名である．しかし，宮城県沖地震の被害が阪神・淡路大震災とは比べものにならないのと同様に，被害額8億ドルであったロマプリータ地震に対して，ノースリッジ地震の被害額は200億ドルにものぼった．二つの地震は，その被害が空前なだけではなく，以前採集できなかった詳細な現代都市の被害データが取れたことで，以前の被害地震にはない地位を得た．地震動のデータだけを見ても，日米ともに震央近傍の良質な記録が取れた．また，自動遮断システム，耐震補強した構造物および免震構造をもつ建物など，これからライフライン防災上で重要な項目は，2つの大震災によってテストされた．この被害の実態を語る貴重なデータは，巨大な犠牲を代価としており，地震防災を究明するには千載一遇のチャンス

でもある．地震工学関係者のだれもが，これらの公開を望んでおり，これに関連する発表に注目している．そのため，ノースリッジ地震の発表会場と阪神・淡路大震災の特別講演の会場には最も参加者が多く入った．阪神・淡路大震災の被害を示すOHPには，書き直す時間がなくて日本語のタイトルそのままを使ったものも数多くあり，それにもかかわらず，カメラのフラッシュがよく光った．残念なことは，日本では，米国に比べてデータの公開が進んでおらず，詳細な被害データはほとんど公開されていない．発表時点でも，いつ公開できるかはまだ分からない状況である．

本会議中には，日米の2つの被害地震を比較した発表もあった．その中から一部を次に示す（Fire Following The Hanshin and Northridge Earthquakes: A Comparative Analysis by Charles Scawthorn, S. E. et al.）．

ASPECT	FACTOR	NORTHRIDGE	HANSHIN
Event	Magnitude (Mw)	6.7	6.9
	Date (Winter)	Jan 17	Jan 17
	Time	4：31	5：46
Region	Population (MMI 8)	1~1.5 million	2 million
	Density (pop/sq km)	1,000~1,500	4,000
Ignitions	Number (total)	110	108
Water	Water System Damage	Some	Total?
	Cisterns	Swimming Pools	946, mostly 40 tons (10 mins)

＊MMI 8はおよそ日本の震度5に相当，筆者注

GISのライフラインへの応用

今回の100篇の発表では，一つ大きな特徴がある．GIS（Geographic Information Systems，地理情報システム）の図面が筆者が数えるだけで60以上用いられた．ライフライン施設の地域的広がり，数多くの施設のネットワーク上の機能，地震動の影響，地盤，地形条件，ライフライン被害の相互作用，復旧過程の時間的な変化など，膨大なデータの収集や，各種のデータのリンク，更に解析および結果を即時に示すには，いずれもGISを必要とする．また，GISツールの応用が簡単ではないことは，会議中でも議論された．GISツールは大きなアプリケーションであり，導入に費用がかかる以外に，操作と訓練に時間を要し，膨大かつさまざまなフォーマットでデータ入力とメンテナンスには高度の経験と多くの時間がかかるため，学校での運用は特に難しいという意見もあった．

災害の備え-バックアップの重要性

前述の二つの地震の比較の例もあるように，阪神・淡路大震災での火事の延焼には水道の被害が致命的な原因となっていた．会議中では，ライフラインの被害による大きな2次被害を避ける為のバックアップシステムの重要性が大きく取り上げられ，移動できる非常用電源システム，通信システムなど数多く紹介された．但し，コストの問題を考えれば，リダンダンシの割合，バックアップシステムの容量が制限され，非常時には最重要な一部しかバックアップできない．その意味では，機能を分散すれば，一ヶ所の容量を過大にせず，少し離れた別の場所のバックアップとして機能することも考えられる．したがって，日本の地震防災は首都機能分散を戦略的に取り込まなければならない．会議中では，阪神地震の特別講演中にスライドプロジェクターの電球が切れるアクシデントがあったが，もう一台のプロジェクターがバックアップしたおかげで，100人の貴重な時間を無駄にする事が避けられた．

お わ り に

今回の訪米では，ライフラインの地震防災の会議に参加しただけでなく，MIT，ハーバード大学なども訪問し，ライフラインの地震防災の動向を把握でき，更に米国の情報スーパーハイウェイの現状を覗くことができた．このような機会を与えていただいた三好財団，並びに財団法人生産技術研究奨励会に感謝する．

（三好研究助成報告書　1995年10月12日受理）