

## 地震動予測地図の活用—工学利用について

防災科学技術研究所地震防災フロンティア研究センター  
(防災科学技術研究所 地震動予測地図工学利用検討委員会 委員長)

亀田 弘行

### 1. 地震動予測地図の工学利用討議の意義

地震調査研究の一環として開発が進められている地震動予測地図を有効に活用するための討議の一環として、防災科学技術研究所に地震動予測地図工学利用検討委員会（以下、工学利用委員会と略称）が平成14年6月に設置され、活動を行ってきた。同委員会の目的は、地震動予測地図を工学目的に活用できる分野とその方法を具体的に検討することである。防災科学技術研究所内に設置された委員会であるが、その成果は、政策委員会の「成果を社会に活かす部会」（部会長：廣井 脩）に提言され、同部会の検討事項として討議される。

「地震動予測地図の作成」においては、(1) 地震発生の不確定性を反映した地震動分布（確率論的地震動予測地図）、および(2) 特定の震源メカニズムを想定した場合の地震動分布（シナリオ地震による地震動予測地図）の2種類の表現形式を取ることとして作業が進められている。両者とも、従来工学分野で多数の試みがなされ、ノウハウが蓄積されてきているが、工学目的の開発では、それぞれ目的別に手法が検討され、応用されることが多い。それは工学という実用的な目的行為においては当然のことであるが、個別に開発された手法が持つ普遍性は必ずしも明確ではない。

こうした状況のもとで、地震調査研究の一環として進む地震動予測地図は、地震学の最新成果に基づく知見を共通基盤として生かそうとする、理学分野からの働きかけの意味を持つもので、これが工学的活動とどう結びつくかを議論することは、地震ハザード評価の分野に新たな展開をもたらす可能性がある。工学分野からも、この議論を真剣に受け止めることが重要と考えるものである。このような観点から、地震動予測地図が工学的に持ちうる意義と活用可能性を検討するのが工学利用委員会の目的である。

地震防災において、理学の役割は災害の誘因としての自然現象の発生とそのメカニズムに関する科学的な予測情報を提供すること、工学の役割は災害における自然現象からエンドユーザーまでの一連の現象を客観的に解析・整理・予測し、それに基づき対策の方法を見出すことにある。これらは防災における物理的課題であるが、災害自体は社会現象である。人文・社会科学の役割は災害の社会的過程を明確にし、災害対応の枠組みを構築することにあると言えよう。そして、これらの領域間の協力が極めて重要であり、それは物理的課題と社会的課題のインターフェースとしての情報課題と位置づけることができる。成果を社会に活かす部会はその試金石と位置づけられようし、工学利用委員会の討議もこうした位置づけをふまえて推進するべきと考えている。

以下本文では、工学利用委員会の活動経過と討議の要点を述べる。

## 2. 工学利用に関する討議の要点

地震動予測地図の工学利用を検討するに当たり、討議のポイントを以下のように整理した。

### (1) 工学利用に必要な地震動情報の多様性

地震防災対策における工学の役割は多様であり、それに従って、必要な地震動情報の内容が異なる。すなわち、リスク評価に必要な発生確率情報を含む地震動分布、特定の重要施設の地震防災扱うサイトスペシフィックな問題に必要な詳細な地震動情報、地域の被害予測やライフラインのような広がりを持つシステムの防災課題に必要なシナリオ型地震動など、多岐にわたる。そこで必要な地震動情報は、最大加速度／速度／震度、応答スペクトル、卓越周期、継続時間、(非定常スペクトル) など多様である。

### (2) 地震動と地震力の相違

自然現象としての地震動(地表面、工学的基盤、地震基盤)と、工学システムに作用する地震力(地盤一構造物基礎の相互作用、表層地盤の変形、液状化、地震荷重など)は同一ではない。地震動から地震力への変換の過程が不可欠であり、それが上記(1)に述べたような目的に応じた工学的活動への入力として意味を持つ。理学的に生成される地震動情報(地震動予測地図)が、工学的実践における地震力の評価に必要な情報を提供するか否かが地震動予測地図の工学利用の決め手となる。

### (3) 確率論と確定論の確執の克服

地震防災は将来発生する地震への対策である。地球物理学的時間スケールでは定常的に発生する地震も、人間社会の時間スケールではきわめて不規則である。従って、地震防災の工学的実践は、常に「不確実性のもとでの意思決定」である。このことから、不確実性を評価する手法が必要となる。不確実性を組織的に評価する手法には、確率論、ロジックツリー、ファジー理論などがあるが、その中で確率論は最も基本的な道具である。この意味で、地震動予測地図プロジェクトにおいて確率的に不確実性評価が行われることの意味は大きい。

工学の世界でも理学の世界でも、確率論を用いることへの抵抗が必ずある。それは、確率論という理論体系と現実に利用可能なデータ量のギャップに起因することが多い。しかしながら、不確実性の評価を恣意的でなく組織的に行うことの必要性を考えると、その道具としての確率論を忌避する理由はないと考える。ただし、「確率～%」という結果のみをトップダウン的に示すだけでは工学的意義は薄く、確率的評価のプロセスを明確に示すことがきわめて重要である。これにより、工学で避けて通れない不確実性のもとでの意思決定に組織的な評価方法を与えることになる。

### (4) 多様な工学的実践をサポートするものであること

地震工学において、阪神・淡路大震災の教訓から、固定的に定められた地震荷重で工学システムの耐震性評価を縛る時代から、自然をありのままに再現して地震動シミュレーションを行い、これと構造特性との関係を厳密に解析して、これに基づき建物や社会基盤施設に作用する地震力を推定する努力が行われている。その手法は多岐にわたり、それは「地震工学の自由化の時代」といってよい。地震動予測地図プロジェクトは、こうした動きを制約するのではなくサポートする情報を提供することが強く望まれる。

### 3. 工学利用委員会の活動経過

以上に述べた概念のもとに、工学利用委員会では、まず具体的な工学ニーズを検証し、地震動予測地図が持つ意義、地震動予測地図作成への要請事項を明確にすることを目的として、以下のような活動を行った。

- (1) 準備会（平成14年5月27日）
- (2) 成果を社会に活かす部会への報告（平成14年6月27日）
- (3) 第1回委員会（平成14年8月6日）
  - ・委員会の活動方針・予定策定
- (4) 第2回委員会（平成14年10月4日）
  - ・地震調査研究推進本部の概要及び活動状況（前田補佐）
  - ・地震動予測地図の概要について（藤原委員）
  - ・地震動予測地図の周辺～建築サイドの利用の立場から～（福和委員）
- (5) 第3回委員会（平成14年11月14日）
  - ・地震動予測地図の利用法, 震災ポテンシャル評価のための曝露人口指標の提案, ライフライン機能障害のリスク評価に関する事例（能島委員）
  - ・確率論的地震ハザード評価の利用について ―主として地震リスク評価への展開―（石川委員）
  - ・米国における地震動予測地図プロジェクト（翠川委員）
- (6) 第4回委員会（平成14年12月19日）
  - ・ISO 関連での設計地震動の考え方（井合委員）
  - ・ライフライン災害リスクマネジメントから見た地震動予測の課題（当麻委員）
- (7) 第5回委員会（平成15年1月22日）
  - ・日本建築学会の新しい地震荷重について（高田委員）
  - ・台湾集集地震記録に基づく地震動のマクロ空間相関特性（高田委員）
  - ・地震を対象とした原子力施設の確率論的安全性評価手法と評価例（蛭沢委員）
- (8) 第6回委員会（平成15年2月24日）
  - ・震動予測地図WS（3月26日）へ向けての討議、来年度計画

### 4. むすび

工学利用委員会はまず最初の半年で基本的な問題整理を行った段階で、結論的なことを述べる段階にはない。ただ、これまでの討議の結果から、地震動予測地図の工学利用可能性は種々の面で多いことは確実と考えている。この問題を深く掘り下げて説得性ある結論に導くためにはさらに検討が必要で、あと1年をかけて、平成15年度末には委員会としての提言をまとめる予定である。

今後の予定として、工学利用の可能性を持つ事例の掘り起こしを継続するとともに、工学的ニーズを明確にし、そこから地震動予測地図作成手法への要請をとりまとめることとしたい。また、不確実性評価のため確率論を用いることの意義、結果の発信法についても討議を深めたい。

かつて地震防災は国が基準を定め、それに従うという時代がつづいた。現在は、こうした単一

的な体制では地震災害を克服できないことが認識されるようになり、これより、行政の施策については説明責任が、被災当事者については自己責任が問われる時代となっている。工学利用委員会の討議もこうした認識を共有しながら進めることとしたい。

(付録) 参考として、工学利用委員会の構成を以下に示す。

地震動予測地図工学利用検討委員会名簿

(委員長) 亀田弘行 (防災科学技術研究所地震防災フロンティア研究センター センター長)

(委員長代理) 当麻純一 (電力中央研究所我孫子研究所地盤耐震部部长)

(委員)

新井 洋 (防災科学技術研究所地震防災フロンティア研究センター副チームリーダー)

井合 進 (京都大学防災研究所教授)

石川 裕 (清水建設株式会社和泉研究室主席研究員)

蛭沢勝三 (原子力発電技術機構原子力安全解析所耐震解析室室長)

高田毅士 (東京大学大学院工学系研究科助教授)

能島暢呂 (岐阜大学工学部社会基盤工学科助教授)

福和伸夫 (名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻教授)

藤田 聡 (東京電機大学工学部機械工学科教授)

藤原広行 (独立行政法人防災科学技術研究所特定プロジェクトセンター・プロジェクトディレクター)

翠川三郎 (東京工業大学大学院総合理工学研究科教授)

(文部科学省)

前田 豊 (研究開発局地震調査研究課課長補佐)

佐藤清隆 (研究開発局地震調査研究課調査員)

(事務局)

河合伸一 (防災科学技術研究所主任研究員)

石井 透・早川 譲・奥村俊彦 (防災科学技術研究所客員研究員)

原 温子 (防災科学技術研究所技術補助員)

(オブザーバー)

松田耕作 (原子力安全委員会事務局審査指針課技術参与)

竹田順子 (原子力安全委員会事務局審査指針課総括係長)