

## 兵庫県南部地震の教訓は耐震技術に活かされつつあるか？

東京工業大学工学部土木工学科  
教授 川島一彦

兵庫県南部地震で未曾有の大被害を生じ、社会的にも土木構造物の耐震技術に対して大きな関心を集めた。昭和23年の福井地震以後、わが国では1,000人を超す犠牲者を生じた大震災は起こっていなかったが、耐震工学の進歩によりこうした被害はもう起こらないだろうという考え方を兵庫県南部地震は一気に吹き飛ばしてしまった。

大正14年の北但馬地震（死者428名）をかわきりにそれからの23年間に着目すると、その2年後には北丹後地震（死者2,925名）、さらにその2年後には北伊豆地震（死者272名）、13年後には鳥取地震（死者1,083名）、その2年後には三河地震（死者2,306名）、その3年後には福井地震（死者3,769名）と6回のマグニチュード6.8～7.3の直下型地震が起こり、さらにこの間に三陸津波地震（死者3,064名）、東南海地震（死者1,223名）、南海地震（死者1,330名）と3回の海洋性巨大地震も起こっている。死者は累計16,400名に達し、まさにこの間に日本列島は大揺れに揺れたわけである。

しかし、昭和23年の福井地震のあとには結果としてパンチのある地震は起こっていなかった。最近では、北海道で釧路沖地震（M7.8）、南西沖地震（M7.8）、東方沖地震（M8.1）と立て続けに3回の巨大地震が起こったが、被害はさしたることがなく、巨大地震といってもこんなものかという気持ちが国民にも広まっていた直後に兵庫県南部地震が生じたわけである。6310名もの犠牲者を伴う地震が生じるとは、誰が想像したであろうか。昭和23年福井地震の後にも、昭和59年には長野県西部地震が起こり、御嶽山に大規模な山腹崩壊を生じ、自然の猛威の一端をかいま見せたが、幸い被災地が神戸のような大都市圏ではなかったことから、限定された被害に止まった。

このように見ていくと、昭和23年の福井地震以後の地震被害の少なさは、大都市圏にパンチのある元気のいい地震が起こらなかっただけという幸運に起因しているといってもよいかもしれない。そうであるならば、日本全国至る所で兵庫県南部地震と同じ被害が生じる潜在的可能性を持っているわけであるから、耐震技術の向上に向けて従来の数倍の努力を払っていかねばならない。次の地震が起こったとき、また、「手抜き工事のせいだ」、「いい加減な設計をしているからだろう」などといわれることには耐えられない。

道路橋示方書の改訂が平成8年末に行われるなど各機関において地震後の対応がなされているが、こういう努力だけではまだ十分ではない気がする。以下には、耐震技術とそれを支える周辺状況の中で、今後取り組んでいくことが必要と考えられる項目を示すこととする。体系的ではないことは、最初にお断りしておきたい。

1) 耐震設計のコンセプトの明確化と危機感を持った設計体制を

- a) 設計地震、設計地震力とは何かを含めて、どういう状態に向けて耐震設計しているのかを明確にする必要がある。
- b) 現状の技術的、経済的制約の下では、地震対策に限界があることを国民にはっきり言っていく必要がある。いままで、「関東地震の際の東京程度の地震動に崩壊しない」という暗黙の目標が、「関東地震にもつ」、「どんな地震にもびくともしない」と言わされてきた。今後、これが「兵庫県南部地震にもつ」から「どんな地震にもつ」と言わされるようでは、将来、国民の信頼を失うであろう。
- c) 構造物の設計に携わる技術者が、きちんとした設計をしないとあのようなすさまじい被害が生じるという危機感を持って、設計に臨む必要がある。

2) 震度法の呪縛から抜け出し、地震外力、耐震計算、部材の動的耐力（じん性）の3者ともにより事実に近い地震時保有水平耐力法に基づく設計体系の構築

- a) プリ・コンピュータ時代の震度法の役割は大きかったが、ポスト・コンピュータ時代になってから、震度法は技術の進歩を阻害してきた。全体を組み替えないと、個々の新しい要素技術が、組み込めなかった
- b) 設計者からすさまじい地震力に配慮するイマジネーションを奪ってきた。
- c) 何故、0.2~0.3の設計震度で許容応力度法により設計しておけば大地震に対しても耐えると言ってきた経験的事実が崩壊した現在、何故安全かが説明できない。
- d) 地震時保有水平耐力法による道路橋の耐震設計では、斜張橋の主塔やアーチ橋の弦材に塑性ヒンジの発生を許しても全体系の崩壊につながらないのか、ラーメン橋脚では柱とはりのいずれに塑性ヒンジを持って行くべきなのかと、いろいろな疑問が投げかけられている。こうした問題点を一つ一つ解決していく方向に向かわなければ今後の耐震技術の向上はないであろう。こうした問題を認識することを妨げてきた従来の震度法からの脱皮が必要である。

3) 耐震設計により多くの関心と時間を振り向け、優秀な技術者の投入を

- a) 上部構造偏重の設計体系から抜け出す必要がある。上部構造の設計に比較すれば、これだけの被害が生じ、社会的に高い関心を集めているにしては、耐震設計はあまりに簡単な計算で対応させられ過ぎてきた。耐震設計により多くの関心と時間を振り向け、優秀な技術者を投入しなければ、到底兵庫県南部地震のようなすさまじい地震に耐える構造物を造ることはできない。
- b) 地震時保有水平耐力法は当然として、動的解析もきちんと実施し、兵庫県南部地震のような地震でも弱点部はないかに関心を払いながら慎重な設計をしていくことを可能とする体制が重要。
- c) 動的解析の入力と出力は旧石器時代のままだ。設計の主流に組み込んでおくことを前提とした徹底的なコンセプトの変換が必要。

#### 4) 耐震技術者の地位の向上

- a) 設計コンサルタンツの中で、耐震技術グループは“特殊な”動的解析等を実施する特殊なグループとして扱われ、設計の主流は上部だ、下部だ、コンクリートだ、スチールだと物別に縦断され、耐震技術をあまり知らないという体制を変えていく必要がある。基本計画や概略設計の段階から耐震性の向上に配慮したものとおかないと、詳細設計にはいつてからいくら動的解析を実施しても手遅れである。現状では耐震技術の知識が乏しいグループが基本計画や概略設計を扱っており、耐震技術グループの立場をもっと強化し、早い段階から耐震性に対する配慮を組み込む必要がある。
- b) もっといえば、設計という行為にはいる前の路線選定や土地利用計画の策定段階においてもっと耐震構造の素養のある技術者が活躍できる体制を構築する必要がある。

#### 5) 技術士制度に耐震のカテゴリーを設けるべき

耐震技術の重要性を考慮すると、技術士に“耐震”のカテゴリーを設けるべきである。現状は、鋼構造、コンクリート構造、港湾、河川、道路といった、物別になりすぎている。耐震のような横並びの部門がなくて、技術の硬直化を招いている。

#### 6) 耐震工学を大学の必修科目に

河川工学や水理学は氾濫に対する体系的な知識を必修科目として教えているのに、耐震工学は選択科目にしかなく、構造力学、土質力学等の中で断片的にしか教えない大学が大部分である。耐震工学の素養を持った人間をもっと大幅に強化する必要がある。

#### 7) 設計、施工、維持管理に対する官庁技術力の向上が必要

直営体制から設計、施工を切り離した後、官庁技術者の技術力は確実に低下の一途をたどっており、発注者側と受注者側が意見を戦わせながらいい施設、構造物を造りあげていくという土壌が失われている。現状では、耐震性向上のために何が必要かを判断できる技術者が官庁側にどれだけいるか疑わしい。計画偏重で、官庁自体が設計、施工、維持管理技術を大事にしているようには見えない。自ら手を下さない限り技術力が低下するのは当然であり、直営モデル事業の実施等、設計、施工、維持管理に対する官庁技術力の向上が必要である。

#### 8) 震災対策に関する官学の技術開発体制の強化を

震災対策に関する研究開発、技術開発は、民間投資がしにくい分野であり、官学の積極的な貢献が必要な分野である。現状の官庁、学の研究投資には、こういう視線がかけているのではないか？