

巨大地震災害の軽減に向けて



早稲田大学
理工学術院 教授
濱田 政則

1. はじめに

東海地震および東南海・南海地震の「対策大綱」が中央防災会議から、2003年の5月と12月に相次いで発表された。東海地震に関しては従来から「発生の切迫性はきわめて高い」とされており、また東南海・南海地震についても今後50年間に発生する確率が80～90%と予測されている。中央防災会議の専門調査会による被害予測によれば、これらプレート境界型の巨大地震では兵庫県南部地震による被害の2～3倍程度の被害が発生するとされている。

また、昨年から首都圏直下地震および日本海溝・千島海溝周辺の地震の発生の可能性とこれらの地震による

被害予測がやはり中央防災会議の専門調査会より進められている。我が国は10年半前に、阪神・淡路大震災という未曾有の災害を経験し、この教訓をもとに各種の地震防災対策を実施して来た。本稿では、東海地震等の巨大海溝型地震や首都圏直下地震に対する準備は大丈夫なのか？これらの地震に対して我々が早急に取り組まなければならない課題は何か？について考えて見たい。

2. 巨大海溝型地震が提起する課題

東海地震のように海溝周辺に発生するマグニチュード8クラスの地震が提起する課題としては、I) 震源域に発生する強烈な地震動に対する構造物の耐震性、II) 地震動の継続時間の増大による構造物の破壊の拡大、III) 長周期地震動に対する超高層や吊橋など長大構造物の耐震性、IV) 津波に対する安全性の確保、等がある。

I) の課題は、図-1に示すように静岡県等の広い地域がマグニチュード8以上の地震の震源域に含まれることによる。阪神・淡路大震災後、マグニチュード7クラスの震源域の地震動をレベル2地震動として設計用地震動として考慮するようになったが、マグニチュード

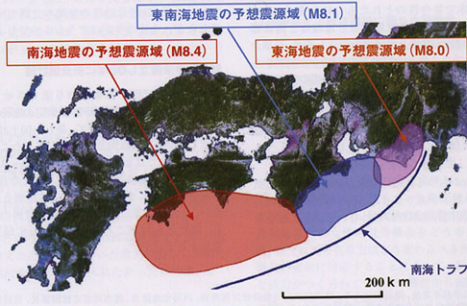
東海地震、東南海・南海地震の予想震源域
(中央防災会議専門調査会)

図-1 東海地震等海溝型地震の予想震源域

8クラスの震源域の地震動については、観測記録が十分でなかったことや、その当時数値計算法の精度が不十分であったことから、震災後の耐震指針の改訂では考慮しないことになった。静岡県や清水市にとって東海地震は海溝型地震であると同時に都市直下型地震である。これらの地域の大半が阪神・淡路大震災による神戸市の地震動を上回る地震動に襲われることが十分に予測される。東海道新幹線や東名高速道路等の耐震補強を進めて来たが、予想される地震動によっては補強対策を見直す必要も出て来ると考えられる。

二番目に挙げた課題は、海溝型地震のようにマグニチュードが大きい場合、地震動の継続時間が1分以上、場合によっては2分と長くなることである。阪神・淡路大震災での揺れの時間はたかだか10数秒であった。写真-1は神戸市長岡区の埋立地にある石油製品のタンクである。多くのタンクが傾斜したが、幸いなことに一基も倒壊することなく、内容物の漏洩による海上火災は免れた。東海地震、東南海地震および南海地震では地震の揺れが阪神・淡路大震災よりもはるかに長く続くと考えられている。臨海部のコンビナート、特に液状化対策が施工されていない埋立地盤に建設されている危険物タンク群の安全性が危惧される所である。

三番目の課題は長周期地震動への対応である。昨年の十勝沖地震では苫小牧市の製油所の貯槽の内容液が長周期地震動によってスロッシングを生じ、そのうち2基の貯槽が炎上破壊した。長周期地震動は、マグニチュードの大きい震源断層より長周期の波動成分が出され、これが地域の深い地盤構造により増幅される

ことにより発生する。貯槽の内容液のスロッシングによる火災は1964年の新潟地震でも発生しており、この当時からその危険性が認識されてきた課題であるが、内容物の液面を低下させる以外有効な対策がないことから、特別な対策が講じられてこなかった。

東京湾の周辺はその地盤構造より6~10秒程度の長周期地震動が発生しやすいとされている。東京湾の沿岸のコンビナート地区には現在浮屋根式貯槽が総計で600基余りあるが、筆者らの試算によると、東海地震と東南海地震が同時に発生するという条件下で、約1割の64基の貯槽の内容液がスロッシングにより外部に溢出するという結果が得られている。

長周期地震動は、超高層建物、長大橋梁および免震構造物など長い固有周期をもつ構造物の耐震性に関しても重大な懸念を投げかけている。超高層建物の耐震設計では長周期成分を有する観測地震動が考慮されてきてはいるが、東海地震など巨大地震を想定した場合、設計に用いられた地震動が十分な安全性を保障するものかどうかを検討する必要がある。このためには、長周期地震動の精度の高い予測が必要となる。

最後に挙げた海溝型地震への対応としてスマトラ沖地震の大災害の例を見るまでもなく、津波対策は極めて重要な課題である。住民の避難方法や津波情報の伝達方法などの対策の整備が緊急課題であるが、護岸や堤防の耐震性の確保も重要である。地震動により護岸や堤防が破壊され、その後津波が来襲するという事態が考えられる。護岸や堤防の耐震性を十分に検討する必要がある。

3. 首都圏直下地震が提起する課題

中央防災会議は、首都圏直下に発生する可能性のある地震としてプレート境界型の東京湾北部の地震（マグニチュード7.3）およびマグニチュード6.9の直下地震等の発生を挙げている。このうちマグニチュード6.9地震の発生位置と時期を予測することは現状の地震学の知見からは不可能として、図-2に示すように首都圏の主要地域の直下に発生を想定し、被害予測と対策の立案を行っている。例えば新宿区や霞ヶ関直下あるいは羽田空港直下に震央を想定している。これらの直下地震によって提起される課題として以下のことが挙げられる。



写真-1
液状化により傾斜したタンク
(1995年 兵庫県南部地震)

地震動推計を行う対象地図 (1) 地盤内の浅い地盤



図-2 首都圏直下に発生し得るM=6.9の震央位置 (2004年中央防災会議)

1) 過密巨大都市に発生する世界でも初めての地震災害

中央防災会議の専門調査会は直下地震に対して家屋の倒壊数や延焼数を想定して、死者、負傷者数の推定を行っているが、巨大化し、過密化した首都圏には過去の災害経験からでは推定不可能な災害要因が数多く残されている。地下街、地下鉄で実際にどのような被害が発生することになるのか、また新宿や池袋のようなターミナル駅でどのような事態が起こるのか、想定することは難しい。

長周期地震動の安全性に対する超高層の懸念は前述した通りであるが、直下型地震に対しても窓ガラスや外壁が大量に落下するようなことが発生しないのか、また老朽化した中・低層建物の耐震性は十分なのかなどの問題がある。

さらに、首都圏の密集した住宅地では道路幅も十分でなく、倒壊した家屋により道路が塞がれ、救急活動や消防活動が不可能になると予想される地域が数多く残されている。

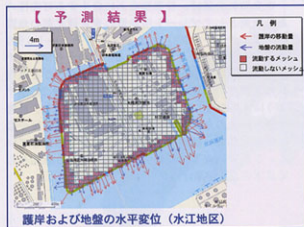


図-3 川崎市臨海部、水江町の側方流動の予測 (南関東地震による)

2) 大量の帰宅困難者、避難者の収容

中央防災会議の予測によれば、東京湾北部のM=7.3の地震が発生した場合、首都圏全体で650万人の帰宅困難者が発生するとされている。これらの帰宅困難者の多くは勤務先や学校で一時的に収容することになるが、長期にわたった場合、食料や水を確保することが問題となる。また、同じく中央防災会議の見積りによれば、仮設住宅等に収容を必要とする避難者は270万人を超え、65万戸以上の仮設住宅の建設が必要となるとされている。

兵庫県南部地震では、ポートアイランドや六甲アイランド等を中心に約3万戸の仮設住宅が建設されたが、65万戸という数はそれをはるかに上回るもので、空地の問題など本当に首都圏で可能なかどうか危惧される所である。

3) 政治経済の中核機能の喪失

東京はいまでもなく、日本のみならず世界の政治経済の中核としての機能を果たしている。首都圏直下の地震によってその中核機能が破壊されれば、その影響は世界に波及することになる。このことは日本の国際的地位の低下に拍車をかけることになると予想される。兵庫県南部地震以前に、荷役取扱費で世界8位であった神戸港は震災により地震後20数位までに落ち込み、その後回復されることなく、アジアの拠点港としての地位は香港、釜山等に奪われたままである。このような事象が経済の各分野で発生し、日本の国力の弱体化と国際的地位の低下につながる事が心配される。

4) 臨海コンビナートの危険性

長周期地震動のタンクのスロッシングによる火災発生の危険性については上述した通りであるが、この他にコンビナートが立地している埋立地盤の液状化や、地盤が数mのオーダーで水平移動する現象、いわゆる側方流動も臨海コンビナートの耐震性を考える上で極めて重要な課題である。

図-3は川崎市の臨海部にある埋立地の水江町の南関東地震に対する側方流動の予測結果である。埋立は昭和初期から30年代にわたって行われたが、護岸が老朽化しており、かつ液状化対策が行われていないということから、最大で7mも水平移動を起こし、その背後の埋立地盤が大規模な側方流動を起こすという結果になった。現在もこの埋立地には多くの危険物施設や高圧ガス施設が立地しており、将来の地震に対しての耐震性が心配される。