

自然災害軽減への土木学会の役割

土木学会会長 濱田 政則

1. はじめに

近年、国内では新潟県中越地震、福岡県西方沖地震、国外ではスマトラ沖地震・津波、パキスタン北部地震、インドネシアジャワ島地震などの地震災害が相次いで発生している。さらに、世界各地で地球規模の気候変動に起因していると考えられる暴風雨や洪水などの風水害が頻発し、多くの人命と財産が失われている。これらの近年の自然災害では、「予想を超える自然現象による災害」、「少子・高齢化社会での災害」、「過疎あるいは過密地域での災害」など、自然環境や社会環境の変化に起因していると考えられる自然災害の新たな側面が浮きぼりにされている。

このような状況の中で、学術・技術団体としての自然災害軽減化技術の調査や研究の推進のみならず、被災地の復旧・復興のための技術支援や防災教育などの社会への直接的貢献が土木学会に求められている。

本文では、はじめに近年の自然災害の現況を分析し、それらが提起した社会的課題と技術的課題を明らかにする。次に自然災害軽減のために土木学会が今まで果たして来た役割を振り返り、今後果たすべき役割を考える。

2. 近年の自然災害

2.1 世界の自然災害

図.1 はこの半世紀において 1000 人以上の死者・行方不明者を出した地震および津波災害の発生回数を 5 年毎の合計で示したものである。これによれば、1986 年以降の 20 年間で災害の発生件数が急増している。また、地震・津波災害がアジア地域に集中して発生していることが分る。図.2 は 1946 年以降のマグニチュード 7.0 以上の地震および 1976 年以降のマグニチュード 6.0 以上の地震の発生回数を示す。これによれば、マグニチュード 6.0 以上の地震の発生回数には 1990 年以降増加しているものの、マグニチュード 7.0 以上の地震の回数はこの 50 年間減少傾向にある。世界の地震発生回数には、図.1 に示すような死者・行方不明者の急激な増加に比例した傾向は見られない。このことは自然現象としての地震・津波の受け手である人間社会が災害に対して脆弱になっていることを意味していると考えられる。この 20 年間、地震・津波による死者・行方不明者数は約 55 万人とされているが、その 90% 近くがアジア地域で発生している。都市部への過度な人口流入、災害に脆弱な地区での居住および貧困層の増大がその原因となっている。特にアジア諸国では、貧困層の増大が災害を拡大

し、このことがさらに貧困の割合を増加させるという悪循環に陥っている。

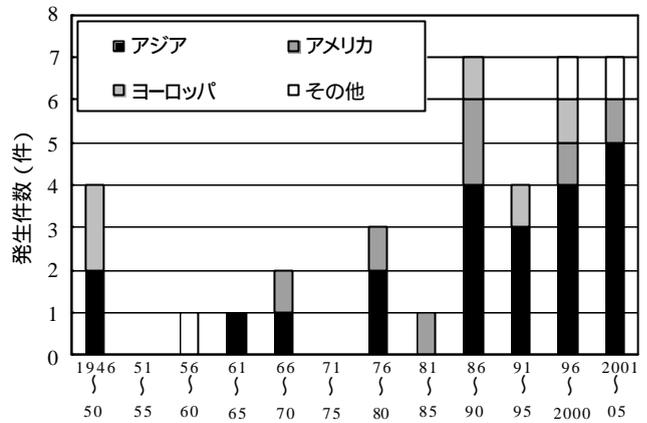


図.1 世界における地震・津波災害の発生件数 (死者・行方不明者 1000 人以上, 1946~2005, 平成 18 年度 防災白書のデータを引用)¹⁾

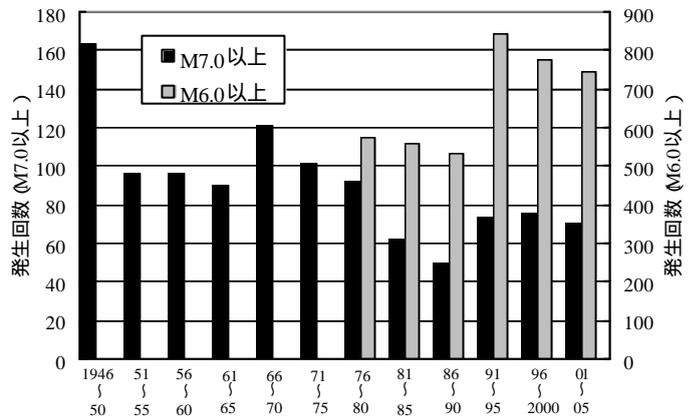


図.2 世界における地震(M>6.0 および M>7.0)の発生件数 (米国地質調査所のデータを引用)²⁾

図.3 は世界における暴風雨および洪水など風水害の発生件数を示している。この場合もこの近年の 20 年間で風水害が増加していることが分る。また、その発生件数の 70% 以上はアジア地域で発生している。風水害の原因として、自然環境の変化と社会環境の変化の双方が考えられる。図.4 は世界の平均気温と平均海面水温の経年変化(世界の平均気温は 1000~1300ヶ所の平均および海面水温は緯度・経度 5 度毎の格子点の水温の平均値、いずれも気象庁によるデータ³⁾)を示したものである。これによればこの 40 年間で世界の平均気温は約 0.5、海面水温は約 0.3 上昇していることが分る。このことが、巨大ハリケーンや台風および異常豪雨の発生の一つの要因となっているものと推定されている。

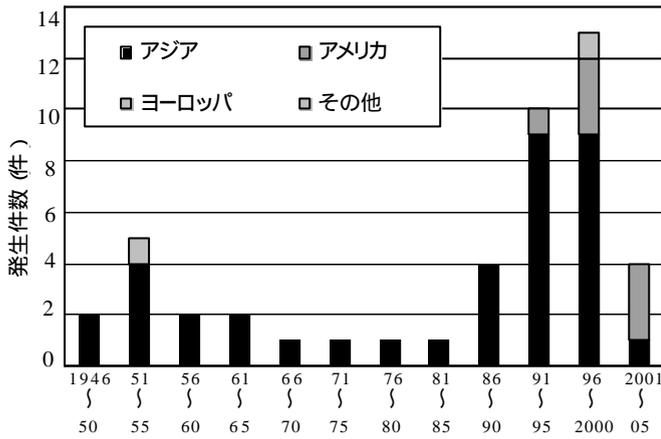


図3 世界における風水害の発生件数 (死者 行方不明者 1000人以上, 1946~2005, 平成18年度防災白書のデータを引用)¹⁾

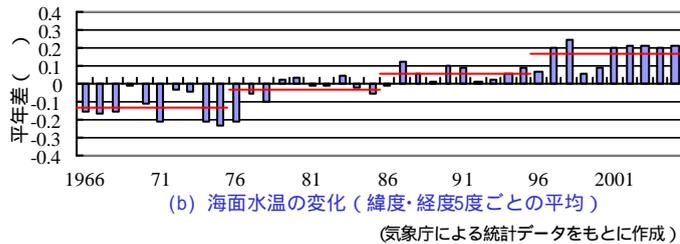
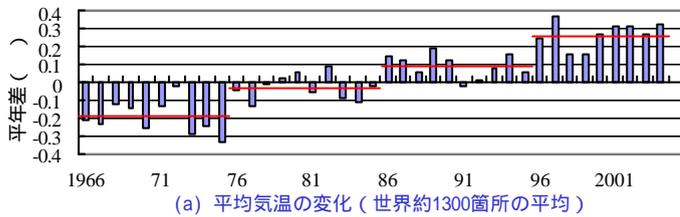


図4 世界の平均気温と海面水温の経年変化 (年差:1971~2000年の平均値よりの差, 気象庁のデータを引用)⁴⁾

2.2 我国の自然災害

1995年の兵庫県南部地震以来、毎年のように我国は地震災害に見舞われている。この中でも2004年に発生した新潟県中越地震は新たな多くの技術的課題と社会的課題を提起した。その一つは過疎山間地域の自然災害への対応である。活褶曲地帯の地すべり多発地域において、地震直前に大量の降雨があり、これが原因の一つとなって大規模な地すべりが多数発生し、交通が途絶して救急・復旧活動が遅れた。人口が減少一途の過疎山間地の災害対策はどうあるべきか、防災対策の適正水準の議論も含めて新たな課題となった。

新潟県中越地震では、新幹線の脱線が高速鉄道の直下地震に対する走行安全の問題を再びクローズアップさせた。便益とリスクのバランスをいかにとるのか、またリスクをどこまで許容出来るのかなどの問題を投げかけることになった。リスクの適正評価と公開に

よる合意形成、および技術的には脱線防止策の開発が課題である。

さらに、新潟県中越地震で兵庫県南部地震を上回る地震動が観測された。このことは、構造物の耐震性照査のための想定地震動に関して新たな技術的課題を提起した。また、長期間にわたる余震の継続により車中避難者に多くのストレス死を出したことは避難者の保護の在り方についての課題を残した。

近年我国では台風や洪水などの風水害も頻発している。1996年以降のこの約10年間に死者・行方不明者を出した風水害は19回に及び、447名の犠牲者を発生させている。これら近年の風水害の特徴としては、)想定を超える豪雨、)中小河川における堤防強化などのハード対策の遅れ、)高齢化・過疎化などによる地域コミュニケーション機能の不全、)避難勧告・指示情報の伝達が不十分、)ハザードマップなど事前の災害情報の伝達が不十分、)住民の防災意識の低下、などが挙げられる。また、2005年9月の東京都内の水害はヒートアイランド現象が一因と考えられ、今後増加する可能性のある災害として注目される。

3. 今後発生が予想される自然災害と防災対策

3.1 自然環境と社会環境の変化に起因して発生する自然災害

自然環境と社会環境の変化によって自然災害の態様が変わりつつあるが、この傾向は今後も続くものと推定される。自然環境の変化としては、地球の温暖化と海面上昇、都市域のヒートアイランド現象、森林の喪失、砂漠化の進行および河川・海岸の浸食が挙げられ、これらの環境変化が集中豪雨・豪雪、巨大台風・ハリケーン・サイクロンの発生、異常少雨と異常高温および高潮・高波の災害の危険性を増大させている。また、災害の度合を増幅させる社会環境の変化として、少子・高齢化、都市圏の過密化と山間部の過疎化、共助意識の減退、災害経験伝承の不足等が考えられる。また、自然離れや電子機器依存による生活などライフスタイルの変化も災害に対する脆弱性を増大させる要因となっている。さらに国、自治体の財政状況の悪化による防災社会基盤整備の遅れや地方の建設業衰退による災害復旧要員の不足が懸念される。

以上の自然環境や社会環境の変化による自然災害の態様の変化を考慮した防災対策が今後重要となる。これらの対策の中で重要なポイントは、「予想を超える自然現象による災害への対応」、あるいは「設計値を超える外力への対応」である。これらのいれゆる低頻度大災害に対してはハードとソフト両面からの対策が必要であるが、ハード対策をどの水準まで引き上げるのか、またソフト対策でハード対策の不足をどのようにカバーするのかが課題であ

る。防災のために社会基盤を整備するかどうかを決定する一つの考え方として、リスク、すなわち、想定される被害総量×発生確率と防災のための投資額を比較する方法があるが、一般的に低頻度大災害の場合、発生確率が極めて小さい値となることが多いため、防災投資額を下回り、防災投資が適切でないという結論に陥ってしまうことがある。リスクを評価する場合、人命・財産の損失はもとより災害が社会へ与える長期的インパクト、国力と国際競争力の低下および国土の保全と景観維持など様々の要素を考慮することが必要である。

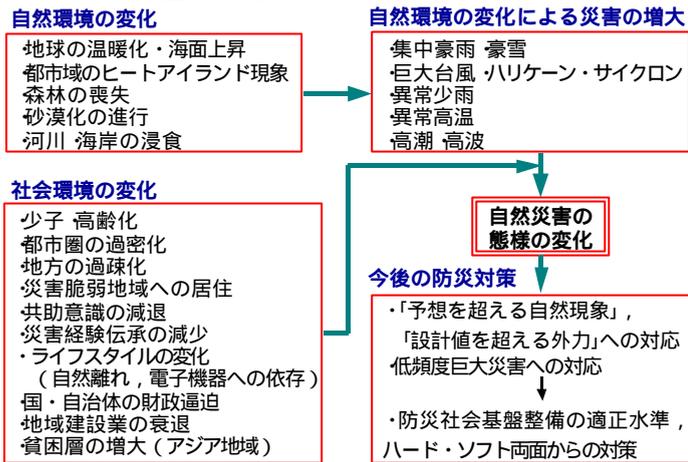


図5 今後発生が予想される自然災害と防災対策

3.2 発生が逼迫していると考えられる地震と被害予測

中央防災会議は近い将来発生の可能性が高い東海地震、東南海・南海地震、東京湾北部の地震および宮城県沖の地震に対して被害予測を行い、防災戦略などの対策を策定している。

このうち、今後30年間の発生確率が約70%とされている東京湾北部の地震では、都心部の震度がと予想されている。表1は東京湾北部の地震による被害予測結果の概要である。表に示した結果は地震発生時の風速を15m/sとした場合の推定である。

風速15m/sは一般的にかなり強い風速を想定していることになるが、1923年の関東地震において都心を含めた広い地域で強い風が生じたことを参考に、最悪に近い状況を想定したものである。夕方6時に地震が発生した場合、家屋の全壊棟数は85万棟と見積もられており、これは兵庫県南部地震による11万7千棟の約7.3倍の値となっている。このうち65万棟が火災で焼失するとされている。死者は11,000人で、このうち建物の倒壊によるものが3,100人、火災によるものが6,200人と推定されている。

交通施設等が極めて甚大な被害を受け、その復旧に相当な時間を要すると考えられていることから、地震発生後に帰宅が困難となる人が1都3県で650万人、東京都だけで390万人に達するも

のと予想されている。

避難者は1都3県で約700万人、地震後避難所で生活することになる人数は460万人と推定されており、これは兵庫県南部地震の32万人の10倍以上となっている。これだけの避難者を収容するための仮設住宅の建設と用地の確保が問題となる。中央防災会議では避難者の他府県への集団疎開なども議論されたが、具体的な方策は未だ打ち出されていない。

首都圏直下の地震で危惧されているのは我国の政治・経済に与える影響である。建物、社会基盤施設およびライフライン施設が破壊されることによる直接的な経済損害額は67兆円、その後の経済活動の停滞による間接的な被害額は45兆円で、併せて112兆円の経済被害が発生すると予測されている。これは現在の我国の国家予算の約1.5倍にあたり、これだけの経済被害が発生した場合、経済活動を再生するためには長期間を要すると考えられる。このことが、国力の低落につながり、国際競争力と国際的地位の低下をもたらす可能性もある。

表1 東京湾北部の地震による被害推定(風速15m/s) (中央防災会議専門調査会)

		東京湾北部の地震		兵庫県南部地震
		想定発生時刻 5時	想定発生時刻 18時	
棟数 (棟)	揺れ	150,000	150,000	110,000
	液状化・崖崩れ	35,000	35,000	46
	火災	160,000	650,000	7,000
	合計	360,000	850,000	117,000
死者数 (人)	建物の倒壊	4,200	3,100	4,915
	火災	400	6,200	550
	崖崩れ	1,000	900	37
	ブロック塀落下物	0	800	0
	合計	5,600	11,000	5,520
経済被害	直接被害	50兆円	67兆円	約10兆円
	間接被害	44兆円	45兆円	
	合計	99兆円	112兆円	
帰宅困難者(人)		160,000	6,500,000 (想定発生時刻12時)	
避難所生活者(人)			4,600,000	316,678

4. 自然災害軽減への土木学会の役割

4.1 土木学会が果たして来た役割

国内外の自然災害の軽減のため、土木学会は以下の4点の活動を行って来た。) 自然災害の調査と分析、) 災害軽減のための調査・研究の推進、) 災害軽減の政策・施策に関する提言、) 復旧・復興支援など社会への直接的貢献

土木学会は国内外で自然災害が発生する度に調査団を派遣し、災害の実体を詳しく調査し、被害原因の究明を行ってこれらの結果を世界へ発信して来ている。この10年間に13の調査団を海外へ派遣し、国内では18回にわたって災害調査を行って来た。これらの調査結果は、その後の自然災害軽減のための研究資料とし

て世界の研究者と技術者に利用されている。

自然災害軽減のための調査・研究の推進も学術・技術団体として土木学会の重要な役割である。兵庫県南部地震以降、科学技術振興調整費など競争的公的研究資金を得て、「構造物の破壊過程解明による生活基盤の地震防災性向上に関する研究」、東海地震や東南海地震を主な対象とした「巨大地震災害への対応」、さらには新潟中越地震を対象とした「活褶曲地帯の地震被害データ・アーカイブスの構築と社会基盤施設の防災対策への活用法の提案」などの研究プロジェクトが遂行されて来た。これらの研究プロジェクトでは、)地震動の予測手法、)性能設計法確立のための構造物の破壊過程解明、)新材料と先端技術の活用による高耐震構造の開発、)既存構造物の診断法と補強方法、)防災情報などソフト面からの災害対策、などが主要課題となっており、研究成果は土木構造物の耐震基準の策定と国および自治体の施策の中で活用されている。

自然災害軽減のための政策・施策に関する提言も土木学会の重要な役割の一つである。現在までに地震災害と風水害の軽減に関し数度にわたり提言を行って来ているが、この中で兵庫県南部地震後の「土木構造物の耐震性向上に関する提言」⁴⁾では、2段階の地震動に対する土木構造物の耐震性の照査の重要性を提言した。この提言はその後の国の防災基本計画の中に取り入れられ、各種土木構造物の耐震設計法改訂の基本方針となった。

4.2 土木学会が今後果たすべき役割

土木学会は、国内外の自然災害軽減のため上述した4つの活動を今後とも積極的に展開して行くが、この中で、復旧・復興のための技術支援や防災教育活動など社会への直接的貢献により重点を置くことが重要である。

土木学会は1998年に策定した「JSCE2000」において学会の活動方針の柱の一つとして「社会への直接的貢献」を掲げ、このことを定款の中にも盛り込んでいる。学術・技術団体として自然災害軽減に関する調査研究を推進し、これらの結果をもとに社会に貢献することも重要であるが、被災した人々や地域の復旧と復興に関し、土木技術者として直接的に貢献することもまた重要である。このため、土木学会では国内外で災害復旧のための技術支援や防災教育活動を既に積極的に展開して来ている。特にインドネシア・北スマトラでは現地政府機関に対して道路復旧に対する提言や地域の津波警報システムの提案、さらには学生会員による防災教育活動をバンダアチェなどの小中高校を対象に継続的に行っ

て来ている。さらに昨年のパキスタン北部の地震に関しては、現地の技術者を対象とした復旧・復興セミナーを日本建築学会と共同で開催するなどの支援活動を行っている。自然災害軽減に関するこのような活動は、国内でも積極的に行っている。新潟県中越地震の復興に関する市民参加のフォーラムを本年3月に長岡市で開催した。さらに防災教育のための教材制作やこれらを用いた防災教育活動にも取り組んでいる。

これらの土木学会の活動をさらに進めるため、本年5月に、NPO「国境なき技師団(Engineers without Borders, Japan)」が土木学会員と日本建築学会員の有志によって設立された。被災地域の復旧と復興のための技術支援、自然災害軽減化技術の普及、防災教育および国際防災研究の推進が主要な活動目標である。土木学会はこれらのNPOと共同で今後とも自然災害の軽減に向けて社会に直接的に貢献して行く予定である。

前述したように、「予想を超える自然現象による災害」、設計値を超える外力」に対し、社会基盤施設をいかに適正に整備して行くかが防災対策上の重要な課題であるが、適正水準の設定には国民的合意形成が必須である。合意形成のためには防災に関する情報公開は勿論のこと、市民参加型の防災運動が重要である。土木学会はNPOとともに、公助・共助・自助の国民運動の輪の中に積極的に参画して行かなければならない。このような活動が合意形成に寄与するばかりでなく、土木技術者や土木界への社会の信頼の回復にも繋がるものと考えている。

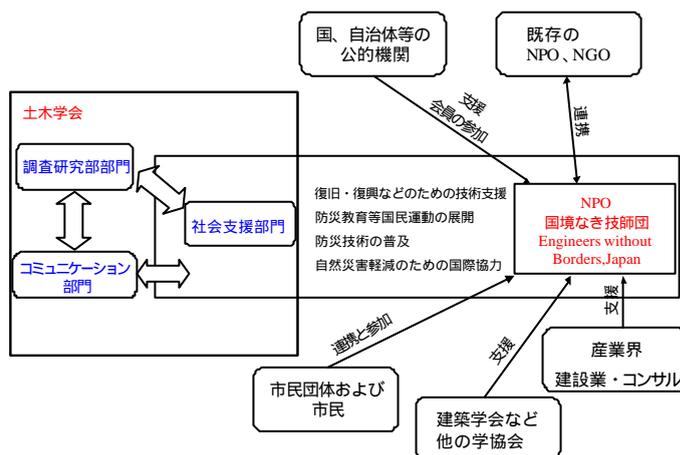


図6 土木学会とNPO国境なき技師団の協働 (Engineers without Borders, Japan)

参考文献：

- 1) 平成18年度 防災白書
- 2) U.S Geological Survey, NEIC Web Team
- 3) 気象庁, 異常気象レポート2005, 平成17年10月
- 4) 土木学会, 土木構造物の耐震性向上に関する提言, 1995, 1996