

技術士の叡智『自然と人工の災害を防ぐ技術開発の方向』

Defensive Technologies for Prevention of Natural & Man-failed Disasters
中原 幸政 (建設)

Abstract

The main theme titled“Defensive Technologies for Prevention of Natural & Man-failed Disasters”has been raised for the 35th Conference of Japan Korea Professional Engineers held in jeonju Korea on October24th 2005.

My keynote speech includes the following contents,Chapter 1 to 4.

Chapter 1 : How many natural and man failed disasters annually occur in each country.

Chapter 2 : The condition of natural disasters and the technological level of protection in each country(Technological potential of prevention and restoration)

Chapter 3 : The condition of man-failed disasters and the technologies of prevention (Technological potential on occurrence of man-failed disasters)

Chapter 4 : Conclusive statement on the methods to develop the technologies which may allow human beings to live safely serenely and stably. I would like to discuss on above four issues with some notable aspects. My speech does not refer to the wisdom of professional engineers directly,but this paper includes my aspect on it in final chapter.

要旨

2005年10月24日(月)韓国の全州市において第35回日韓技術士会議の開催に当たり大会議題が『自然と人工の災害を防ぐ技術開発の方向』と決定した。

基調講演として

第1章 国別に自然災害と人為災害が年間どの程度起きているのか

第2章 自然災害の有り様とこれを防御する各国の技術はどの程度か
(予防と事後復元の技術的力量)

第3章 人為災害の有り様とこれを予防する技術
(人災発生時の事後防御及び対処技術的力量)

第4章 結論的に人間が自然と共に安全、安心、安定的に生存する為の技術開発の方策

以上の4つの方向、方策について論じ、併せて留意すべき幾つかの点を取り上げて論じる。
なお、技術士の叡智については、最終稿として記載した。

第1章 自然と人工の災害を防ぐ技術開発の方向

1 国別に自然災害と人為災害が年間どの程度起きているのか。

1-1 自然災害・事故等の発生

東アジア(Asia)諸国・地域においては、都市化の進展や、基盤整備の遅れにより災害への脆弱性が高く、東アジア(Asia)が世界の中でも多雨・地震多発など自然災害が発生しやすい地域であることとあいまって、大きな被害が発生している。2004年12月にインドネシア・スマトラ(Indonesia・Sumatra)島沖で発生した大規模な地震とこれに伴う津波が東南アジア(Asia)や南アジア(Asia)をはじめとするインド(India)洋沿岸諸国に甚大な被害をもたらしたことは記憶に新しい。

本年8月29日米国南部メキシコ(Mexico)湾一帯を襲った大型ハリケーン(Hurricane)は米国の自然災害としては過去最大級の死者3,000人と推定、石油施設が破壊された。

表 1-1-1 東 Asia 諸国で発生した主な自然災害(死者・不明者 1000 人以上)内閣府

年	災害の種類	国名(地域名)	死者・行方不明者
1995	地震	日本(阪神・淡路大震災)M7.3	6,430
1995	地震	Russian	1,800
1996	洪水/台風	中国南部7省、北部、北西部5省	2,800
1996	熱帯性暴風雨/洪水	Vietnam	1,000
1997	地震	Iran	1,600
1997	洪水	India	1,400
1997	洪水	Somalia	2,000
1997	台風	Vietnam	3,700
1998	地震	Afganistan	2,300
1998	洪水	中国	3,700
1998	地震	Afganistan	4,700
1998	洪水/地滑り	India	3,000
1998	Cyclone	India	2,900
1998	洪水	Bangladesh	1,000
1998	津波	Papua New Guines	2,600
1998	Hurricane	Nicaragua	3,300
1998	Hurricane	Honduras	13,700
1999	地震	Colombia	1,200
1999	地震	Turkey	15,500
1999	地震	台湾	2,300
1999	Cyclone	India	9,500
2000	洪水	Venezuela	30,000
2001	地震	El Salvador	1,159
2001	地震	India	13,805
2002	地震	Afghanistan	800 以上
2004	地震/津波	Indonesia、India 沿岸 10 ヶ国	300,000 以上
2005	Hurricane	米国南部、Mexico 湾一帯	死者約 3,000 以上

(出典：内閣府「防災白書」285頁 20世紀以降の主な自然災害の状況より)

第2章 自然災害の有り様とこれを防御する各国の技術はどの程度なのか (予防と事故復元の技術的力量)

1. 世界の自然災害の状況

自然災害が世界各地で発生し、多くの人命と財産が失われている。特に開発途上地域では、都市化が進む一方で、遅れた基盤整備が災害への弱性を高めている。ベルギー-(Belgium)のルバン・カトリック(Leuven・Catholic)大学疫学研究所の自然災害に関する統計では、1977年から2001年迄の25年間に、全世界で少なくとも延べ約41億人が被災し、約128万人の生命が奪われた。特に1990年代に入り、1999年の中米諸国及び米国南部を襲ったハリケーン・フロイド(Hurricane・Floyd)等、先進国を大きな災害が見舞ったため、直接被害額は、約9,320億ドル(Dollar)に上がっている。

近年の自然災害では、インド(India)、アフガニスタン(Afghanistan)、中国などアジア(Asia)地域における地震、風水害によって大規模な被害が発生しており、2002年においてもアジア(Asia)、ヨーロッパ(Europe)各地で大規模な被害が発生している。

(表 1-1-1)

アジア(Asia)地域では、毎年、数か国で死者・行方不明者が数千人を超える被害が続いており、この5年間の世界全体に占めるアジア(Asia)地域の災害の発生状況をみると、災害発生件数で世界の約4割、被災者数で同約9割、直接被害額で同約5割と、大きな割合を占めている。

2. 最近起こった主な災害

2002年以降に発生した主な自然災害は表 1-1-2 のとおりであり、そのうち被害の大きなものは次のとおりである。

(表 1-1-2)

発生時期	国名	災害の種類	死者行方不明数(人)	被災者数	直接被害総額(Dollar)
2002 6 上旬	中国	洪水	793	8,000 万人	22 億
2002 8 30	韓国	台風	217	7,401 人	4.3 億
2003 2 24	中国	地震	268	51 万人	
2004 12 26	Indo 洋周辺国	地震/津波	304,161	120.7 万人	77.9 億
2005 8 29	米国南部	Hurricane	約 3,000	調査中	調査中

(出典：国連 OCHA 資料をもとに 内閣府より)

3. インドネシア(Indonesia)・スマトラ沖(Sumatra oki)大規模地震及びインド洋 (Indian Ocean)津波

3-1 災害の発生と被害の概要

2004年12月26日午前7時58分(日本時間午前9時58分)、インドネシア(Indonesia)共和国スマトラ(Sumatra)島アチェ(Aceh)州沖でM9.0と推定される海溝型巨大地震が発生し、米国地質調査所によると、この地震の規模は、1900年以降、4番目の大きさになる。

これにより発生した大津波がインドネシア(Indonesia)のみならず、遠地津波として、タイ(Thailand)、マレシア(Malaysia)やインド(India)、スリランカ(Sri Lanka) モルディブ(Maldives)や、さらには遠くアフリカ(African)大陸まで到達し、インド洋(Indian Ocean)沿岸諸国に未曾有の被害をもたらした。これによる被害者は、120万人、死者及び行方不明者数30万人以上、被害総額は78億ドル(Dollar)超に達する見込みである。この大津波は世界的な観光地であるタイ(Thailand)のプーケット(Phuket)などを襲い、各国の住民のみならず、日本を始め海外からの観光客も多数犠牲となった。

4. 日本の自然災害の特徴

地形、地質、気象等の自然条件から、地震、台風、集中豪雨、火山噴火などによる災害の発生しやすい国土となっているため、世界と比べて災害の発生頻度が高い。

日本の国土面積は、世界の0.25%であるが、世界全体に占める日本の災害発生割合は、マグニチュード(Magnitude)6以上の地震の回数では20.5%、活火山数では7.1%、死者数では0.5%災害被害額では16.0%などであり、非常に高い状況にある。

その特徴を見ると、阪神・淡路大震災のように頻度は少なくとも、都市を壊滅させる巨大地震があり、世界的に異常な集中豪雨の発生による洪水災害、土砂災害を頻発、激化させていることである。(出典：減災と技術 1頁 近年の自然災害の特徴より引用)

新潟県中越地震は地方部での大地震であったこともあり、盛土等の土構造物や自然斜面の崩壊が多発したこと。地方小都市や山間村落地域が激しく被災し、家屋や生活道路などの生活基盤の被害、集落の孤立、地場産業の被害が生じたことである。

また、40年の歴史を持つ新幹線の営業列車が初めて脱線したことである。幸いにも脱線後、列車座屈や列車分離もなく、人的被害をもたらさなかった。

近年の自然災害とその特徴

1995年	阪神淡路大震災	大都市直下型地震火災	人命被害の甚大さ、都市崩壊、復興の長期化
1998年～現在	台風、集中豪雨災害頻発、記録的雨量頻発、強風災害、河川氾濫、地下空間等都市水害の多発		
2004年	新潟県中越地震		(出典：「減災と技術」1頁 表-1より)

4-1. 風水害

特に水害は融雪時、梅雨、台風、秋雨前線などによって引き起こされ、なかでも台風は風害・高潮と重なり大きな被害を出している。

1957年以降の主な台風と集中豪雨災害

発生年月	名称	総雨量mm	時間雨量(mm) 瞬間風速(m/s)	死者他	被災地
1957.07	練早災害	大村: 785	西郷: 144 mm	992	長崎
1959.09	伊勢湾台風	政所: 503	津: 51(m/s)	5,098	名古屋、三重
1982.07	長崎豪雨	長崎: 1,155	長崎: 448 mm	427	長崎
2004.07	北陸豪雨	笠掘ダム: 507	笠掘ダム 73 mm	15	新潟中越

(出典: 「減災と技術」 3頁 表1.1.1より)

4-2. 地震災害

津波、崖崩れ、土石流、天然ダム(Dam)、液状化、火災等二次的な災害が発生し、被害を大きくすることが多い。

関東大震災以降の主な地震災害

発生年月日	名称	マグニチュード(Magnitude)	死者・他	損失家屋
1923.09.01	関東大震災	7.9	142,807	576,262
1944.12.07	東南海地震	7.9		1,251 19,367
1946.12.21	南海地震	8.0		1,443 13,119
1948.06.28	福井地震	7.1		3,769 40,035
1964.06.16	新潟地震	7.5	26	2,250
1983.05.26	日本海中部地震	7.7	104	987
1995.01.17	阪神・淡路大震災	7.2		6,433 104,900
2004.10.23	新潟県中越地震	6.8	40	2,515

(出典: 「減災と技術」 4頁 表1.2.1より)

阪神・淡路大震災は科学技術が進んだ現代でありながら 6,433 名の犠牲者であり、新潟県中越地震では、死者・家屋の被害は小さいが、新幹線が走行中に脱線し、高速道路、国道、その他での不通箇所は数百ヶ所発生し、住民が一時的に放棄した村があり、インフラ(Infrastructure)の被災・不通が広範に生じた。農産村地帯であったので被害が小さかったが社会的に大きな影響を与えた。

4-3. 津波災害

津波は地震、海底地滑り、海底火山噴火等により起こされるが、地震が圧倒的に多い。海上で発生した津波は沿岸に押し寄せ、海底や陸上の地形の影響で想像できない程の波高となり、人家に襲いかかる。その恐ろしさは、一町村が一瞬にして水に飲み込まれ、その8割までが溺死という特異な災害である。1933年3月に発生した昭和三陸地震津波は岩手県三陸町綾里

集落を襲い、その波高は 32mにも達した。津波被害からの減災には、現代においても津波情報をいち早く知り、高台に避難するより他にない。(「減災と技術」4頁 表 1.3 津波災害より引用)

第3章 人為災害の有り様とこれを予防する技術

(人災発生時の事後防御及び対処技術の力量)

人為的災害は、建築に潜在する災害のリスク(Risk)では、火災(失火、漏電、放火、地震後の発火又は類焼)、ガス(Gas)爆発、違反建築、列車の脱線事故等、その原因は、現在の技術水準に適合しないか、または、使用方法が適正でないためである。火災は、被害経験が多く、予め被害原因と被害程度が予測されるので適切な対策が講じられる。社会的には消防体制の整備が進み住民の火災安全保護が図られている。

近年に発生した主な人為災害の状況

年月日	災害の種類	国名(地域)	発生状況(死者不明者数)
1951	列車火災	京浜東北線(桜木町)	Pantograph に架線が絡まり発火、車両は窓も狭く、手動の非常用 Door Cock もなく脱出できず、106 人が死亡した。
1979	Tunnel 工事火災	上越新幹線大清水	全長 22.2 km内で全断面削岩機の油圧作動油が炎上し、16 人が一酸化炭素中毒で死亡した。この時も勾配のある Tunnel 内で煙突効果による風が生じ、風上の新潟側へ避難した人は助かった。
1981 7 17	歩道橋の崩壊	USA Kansas	Hotel 内の Lobby を跨ぐ複数階の屋根なし歩道橋で、Dance Party 開催中突然崩壊し、死者は 120 人に達した。原因は施工を容易にするための設計の一部変更であった。
1991	列車の正面衝突	滋賀県信楽鉄道	信楽鉄道に乗り入れた JR 西日本の列車と同鉄道の列車に正面衝突、死者 42 人
2000 11 11	Cable Car 火災	Australia	Alps 山中の Tunnel 内で山頂行きの Cable Car 後部から出火、全焼し、12 人は脱出したが日本人含む 155 人が死亡した。消火器による初期消火もなく、非常時用 Cock もなく、脱出は困難であった。脱出した人の多くは Tunnel 内を風下へ逃げたため、煙りにまかれ死亡した。
2001 9 1	低層雑居ビル火災	東京・新宿区歌舞伎町	4 階で 28 名、3 階で 16 名が一酸化炭素中毒で死亡、負傷者 3 名をだした。防災の日の大惨事であった。 事故後、ビルの防火扉、火災報知器など防火体制の不備が指摘された。

年月日	災害の種類	国名(地域)	発生状況(死者不明者数)
2003 2 18	地下鉄火災	Korea (Taegu)	<p>またガスメータの脱落による都市ガスの噴出着火を防ぐ対策として、ガス自動遮断装置の開発をガス会社が進めるとした。</p> <p>テグ(Taegu)市で放火による地下鉄火災は、大量の有毒ガスが発生死亡 122 人負傷 140 人となり、世界の地下鉄事故でも最大級の惨事となる。車両の難燃対策、駅の構造改善等が対策の主体として上げられた。</p>
2004. 2	屋内 Pool 屋根崩落	Russian (Moscow)	<p>橋梁構造ではないが、2 年前に Open した屋内 Pool の屋根が崩落して 28 人が死亡、110 人以上が負傷した。設計 Miss や管理の不適切などが推定されていた。『科学技術の発達した 21 世紀の新しい構造物は、崩壊しないよう事故例を参照して設計 Mistake をなくしたい』と NPO 法人災害情報 Center 理事の駒宮功額氏は言っている。</p>
2004 5 23	空港屋根が崩落	France (Paris)	<p>空港の新 Terminal 通路の天井と屋根が 30m にわたり崩れ、旅客 4 人死亡 3 人が負傷した。早朝で利用客が少なかったことと現象に気づいた係員の適切な対応によるもので、警官も立ち入りを禁止しようともしていた</p>
2004 8 9	原子力発電所復水管の破裂事故	関西電力美浜発電所 運転中の加水型	<p>運転中の加水型軽水炉 3 号機の Turbine 建家で復水管(直径 560 mm)が破裂し、自動停止。建屋内に高温水蒸気が噴出し付近の作業員 5 人が死亡、6 人が熱傷を負った。</p> <p>経済産業省の最終報告では、事故発生の 5 日後に実施する定期検査の準備作業を実施していた協力会社 11 人が死傷した事故で、破裂は配管内水流の乱れにより管壁が削られて薄くなる減肉現象が起きやすい場所であったためと報告された。</p> <p>減肉の予知ができなかった原因は発電所や製造会社などにあり、約 63,000 の点検箇所が作業員 1 人に任せられ、問題の破裂は見落とされていたこと、</p>

年月日	災害の種類	国名(地域)	発生状況(死者、不明者数)
2005 4 25	列車の脱線 転覆	JR 福知山線	<p>1976年の運転開始から減肉検査が未実施だったこと、検査箇所が台帳から漏れていたことなどがあげられる。</p> <p>地元消防本部には事故発生後から約13分後に通報があり、現場は放射線管理区域外で放射能漏れや火災ではないことを確認し、救急救助隊が負傷者のTriage(重症度、緊急度によって分類し、治療や搬送の優先順位を決めること)を実施した。</p> <p>当事故においては、管理的な面で関西電力、三菱重工業、日本ア-ムの三社が関与する二次系配管の減肉管理 Mistake と題した案が昨年秋、経済産業省から示された。このように数社の協同作業管理では、安全管理が不十分となりやすい。</p> <p>快速電車(7両編成)は現場の急 Curve に制限速度を上回る Speed で侵入、脱線転覆し、1、2両目は、Mansion 1階に激突大破した。このため乗客約580人のうち死者107人、負傷者460人。1987年JR発足後、最悪の惨事となった。</p> <p>2005 6 1 JR 西日本は国土交通省に「安全性向上計画書」を提出、内容は 新型 A TS を関西都市圏全面設置 ゆとりある列車 Timetable の見直し より実践的な内容による運転士の教育再発防止と安全性確保・実践である。</p>

第4章 結論的に人間が自然と共に安全、安心、安定的に生存する為の技術開発の方策

1.減災、その方策

自然災害への対応で最も重要なことは、生命と暮らしを守るために事前に準備を整え、また、起こった事態に対して、被害を最小限に抑え、被害の拡大を防ぎ、被災した社会を早急に安定させることである。

阪神・淡路大震災の経験を通じて得られたのは、自然の外力に対しては耐震補強などにより建築物・構造物での被害をできるだけ抑えること、また、被害が出た場合には、その軽減と短期

間での復興が重要性を増すという認識だった。すなわち、災害対応は、従来の防災中心の考え方から減災と総合防災の考え方に移行したのである。

近年の行政による対応は危険情報の早期発表であり、被害軽減につながる点で重要である。たとえ、防災対策ができていなくても、住民が地域にある危険な状態を知ること、緊急時にどのような事態になるか想像できるようにになり、被害軽減のために何をすべきか考えることができるからである。阪神・淡路大震災では、死亡者の8割以上が倒壊した家屋や家具によるものであり、行政、防災関係機関による防災対策、緊急対応の限界が明らかにされた。現に、救命・救助活動は、住民による自助、共助の割合が全体の9割を占め、消防警察等の公助は、わずか1割であったことの公表がある。減災に対する大震災の教訓は、次の災害の4段階を考慮し、各段階を評価し、サイクル(Cycles)化し、次の災害への防災力向上へ結びつけることを示した。

災害への対応準備
被災時の緊急対応
社会機能の回復
復興

(「減災と技術」1頁「減災、その戦略は」より引用)

2. 技術開発の方策

1 北海道南西沖地震(M7.8)(1993.7 発生)

沖合 100KM、震源深さ約 34KM、7.8 の地震発生した。震源に近い奥尻島では震度 6、江差、寿都では震度 5 を記録した。この地震の特徴は、巨大津波の来襲であり大津波警報は地震発生後の 5 分に出された。奥尻島では被害が甚大であった。津波による岸壁、道路擁壁の被害及び大規模斜面崩壊や液状化による橋梁の被害があった。

道路橋の耐震設計法の変遷震度法と修正震度法の応答を考慮した震度法に統一

2 兵庫県南部地震(阪神・淡路)(M7.2)(1995.01.17 発生)

港湾 : 岸壁 150 箇所のうち被害を受けなかったのは 3 箇所のみであった。神戸港のポ
ト

アイランド(Port Island)や六甲アイランド(Island)などでは、埋立地の地盤が液状化し、広範囲に噴射が見られた。

鉄道 : 山陽新幹線の大阪～明石間の橋脚が崩壊し橋脚が 9 箇所にわたって落橋した。私鉄では阪神、阪急鉄道が橋脚の崩壊による落橋や多くの高架橋や駅舎が崩壊された。

道路 : 阪神高速道路の橋梁が次々に落橋した。被害の内容は、RC 橋脚のせん断破壊、鋼橋脚の座屈、桁移動等による落橋であり、この被害は当初設計で考慮した地震力よりはるかに大きい地震力が作用したと考えられる。

ライフライン(Life Line) : 電柱の倒壊による送電線の断線、変電所被災などで多くの停電が発生した。ガス(Gas)は 834,000 戸への供給を止め、水道は、配水管の破損により 60,000 世帯が断水となった。

この地震は都市直下型大地震であり、社会基盤施設における耐震設計の根本的見直しを余儀なくされた。そして、防災幹線交通ネットワーク(Network)の構築と安全な防災拠点の必要性が指摘された。(「減災と技術」第4章「土木構造物と耐震」より)

道路橋の耐震設計法の変遷 : 1996年『道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編』
設計地震入力として内陸直下型地震を想定したものを追加
:従来の震度法に加え、地震影響の大きい橋脚、基礎、支承部、
落橋防止システム(System)等の部材に地震時保有耐力法を
適用
:支承部、落橋防止システム(System)の設計方法
:その他非線形効果等の新規定
:土木構造物の耐震設計入門に一部加筆

3.新潟県中越地震(M6.8)(2004.10.23)

- ・ 特徴として、阪神と比べ地方部での大地震であったこともあり、盛土などの土構造物や自然斜面の崩壊が多発したこと。
- ・ 地方小都市や山間村落地域が激しく被災し、家屋や生活道路などの生活基盤の被害、集落の孤立、錦鯉の養魚などの地場産業の被害が生じたこと。
- ・ 40年の歴史を持つ新幹線の営業列車が初めて脱線したこと。
- ・ ライフライン(Life Line)関係では3電力管内で約309,000戸が停電、都市ガス(Gas)は約56,000戸で供給停止、上水道では129,750戸が断水した。また、電話通信関係では、4,500回線の電話が不通となったほか、携帯電話基地局189局が停波した。
- ・ 特記事項 (土木学会新潟県中越地震災害緊急調査団(第二次)団 長家田 仁、東京大学 2004.11.6~9)

国土地理院などによって航空写真技術を用いた被害状況地図が迅速に作成され公開された。

広域的な幹線道路ネットワーク(Net Work)が地震によって途絶した関越自動車道などの迂回路として機能した。

関越道や国道17号などの応急復旧と緊急輸送路の確保が、関係者の努力と工夫によって極めて迅速に行われたこと。

昨年頻発した水害の経験などもあって、地方自治体などによる各種緊急活動や、NPO・ボランティア(Volunteer)による支援活動も阪神時に比べ充実しているように見受けられたこと。

4.実用化段階の技術

土木学会では2004年8月に阪神・淡路大震災10周年の一環として調査研究部門各委員会を対象とした研究調査を実施し作成した調査研究活動技術マップ(Map)(図-1)を用いて地震災害軽減にかかわる研究開発の現状と課題の整理を試みている。

図-1の縦軸は課題に関する技術の成熟度を示す。成熟度を実用的段階()調査研究段階()課題抽出段階()の3段階に区分した。横軸は、進展度を示す。

図-1では、マップ(Map)各領域における課題を件数に応じた円の大きさと区分して表示している。課題総件数は121件である。ここでは、すべてを紹介することはできないので、技術マップ(Map)上の主要な課題をとりあげ、これらの技術成熟度を1995年次点と2004年次点で比較して(図-2)に示した。(「土木学会誌」vol.90 2005年1月号実用化レベルより)

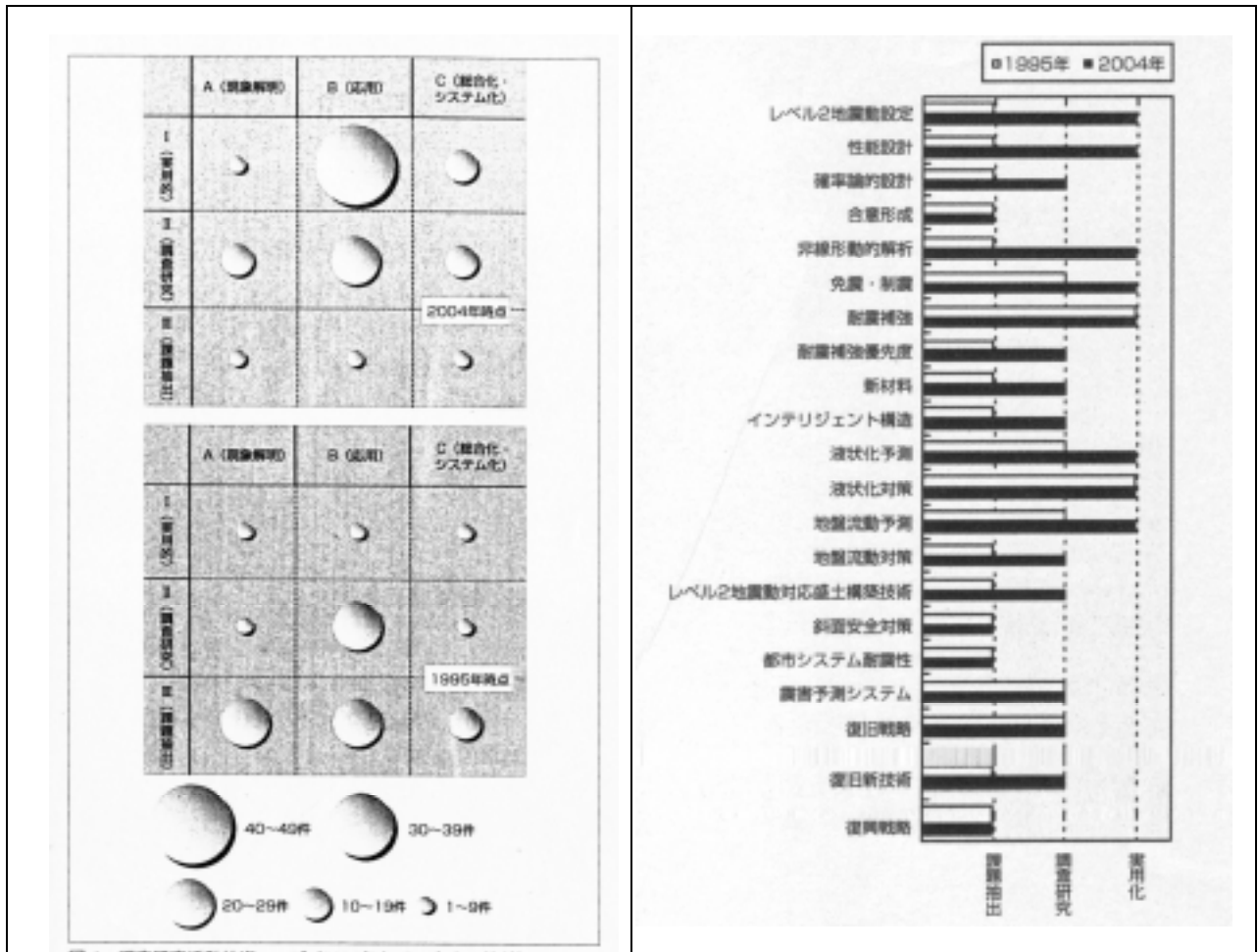


図-1 調査研究活動技術マップ (2004年と1995年との比較)

(出典:「土木学会誌」vol.90 2005年1月号 32頁より)

(出典:「土木学会誌」vol.90 2005年1月号 33頁より)

5. 2004年時点で実用化レベル(Level)に達している技術は

1)レベル(Level)2 地震動設定 2)性能設計 3)非線形動的解析 4)免震・制震(セミ アクティブ (Semi active)、パッシブ(Passive) 5)耐震補強 6)液状化予測 7)液状化対策 8)地盤流動予測 などである。これらの課題は、ハード面(Hard ware)での耐震設計に直接関連した内容といえる。

実用化に達したと評価された理由は、研究成果がコンクリート(Concrete)標準示方書 耐震性能照査編を始めとした耐震基準類に反映されていること、施工実績があること、動的解析が実務者レベル(Level)に普及していること、免震または制震デバイス(Device)開発が進められていることなどによる。

6. 調査研究段階の課題

調査研究段階と見なされる課題としては、

1)確立論的設計 2)耐震補強優先度 3)新材料 4)インテリジェント(Intelligent) 構造(高性能鋼材、損傷制御、残留変位低減) 5)地盤流動対策 6)レベル(Level)2地震動対応盛土構築技術 7)震害予測システム(System) 8)復旧戦略 9)復旧時新技術適用(ロボット(Robot)、IT、GIS など)などが挙げられる。これらは、従来のハード(Hardware)技術にソフト(Software)技術的要素や経済的要素が加わったハード(Hardware)技術、復旧を中心とした地震防災研究に相当している。

7. 耐震設計

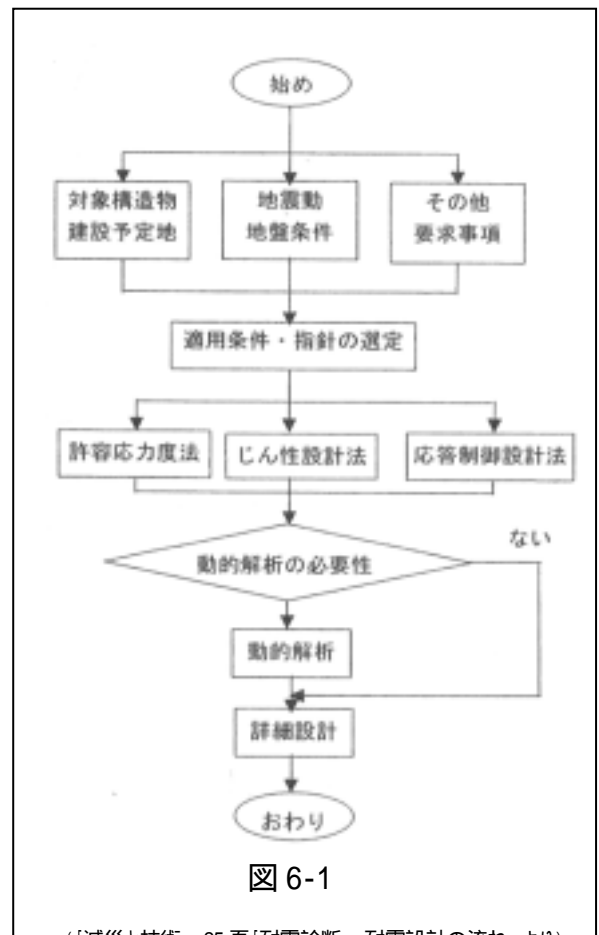
目的は阪神・淡路地震以降土木学会コンクリート(Concrete)標準示方書では『耐震設計は、地震時の安全性を確保するとともに、人命の損失を生じさせるような壊滅的な損傷の発生を防ぐこと、および地域住民の生活や生産活動に支障を与えるような機能の低下を極力抑制することを目標として行われなければならない』と述べられ、耐震設計の流れは図 6-1 の様に整理できる。

(「減災と技術」 25 頁「耐震診断」 耐震設計の流れ より引用)

土木構造物は地震によって揺れが発生し、そこを耐震技術としてどのように制御するかということになる。

最近の設計手法は、静的解析法から動的解析法へと移行し、新たなキーワード(Keyword)として動的解析と関連した入力地震動、構造物のじん性と塑性化、応答スペクトル(Spectrum)法と直接積分法の基本項目があるが、ここでは述べることは出来ない。

(「減災と技術」 25 頁「耐震診断」 耐震設計の基本項目 より引用)



(「減災と技術」 25 頁「耐震診断」 耐震設計の流れ より)

8. 切迫する大地震、急げ減災の備え

関東大震災から 82 年、今年国内で震度 5 弱以上を観測した地震が、もう 9 回も起きている。過去に繰り返し発生してきた東海、東南海、南海などの海溝型(プレート(Plate)境界型)巨大地震の切迫度も高まっており、さらなる大地震への不安が日本列島を覆っている。阪神大震災をきっかけに、地震観測網は密になり、地震計の数だけ見ても 20 倍に増えている。より震源に近く、地盤が軟弱で、揺れの大きな地域に地震計が設置され、最強震度が記録される確立は格段に上がっている。それも震度 5 クラス(Class)の地震が増えていることと関係する。

日本列島が乗っかっている地殻構造自体が、活動を強めていることは間違いない。

9 回の震度 5 弱以上の地震のうち、地震の規模を示す M が 7 を超えたのは、三月の福岡西方沖地震と、八月の宮城県沖地震だ。ともに最強震度は 6 弱だったが、日本の地震防災を考える上で、きわめて対照的な地震だったといえる。

どちらも地震は不意打ちでやってきた。そこには予知の予の字もなかった。福岡では震源に近い玄界島で多くの民家が倒壊・破損したが、これまで幾度も地震に見舞われている宮城では、家屋の倒壊はほとんどなかった。

科学者が巨大地震の予兆を察知して、政府の指揮の下、市民や企業が整然と避難・防災活動を開始する。こんな何の科学的根拠もないSFまがいのシナリオ(Scenario)に基づいて、東海地震のために27年前に作られ、これまでずっと地震防災のモデル(Model)となってきたのが、大規模地震対策特別措置法(大震法)である。

昨年ようやく、政府の中央防災会議は東海地震が予知できずに不意打ちでくる可能性を認め、その場合の防災計画を打ち出した。

世界で発生するM6以上の地震の二割がこの小さな弧状列島の周辺に集中している。地殻構造上の条件で日本列島どこにも地震のリスク(Risk)が存在する。予知はずっと先の話地震防災の基本は、覚悟と備えだと、我々はことあるたびに主張してきた。大地震は突然来ると覚悟を決めて、災害を最小限に抑える備えを固めておく。

政府も遅ればせながら、根拠のない予知頼みから脱して、被害を最小に押さ込む「減災」へとかじを切ろうとしている。

ただ、大地震の前には、何かしらの警戒警報が政府から必ず発せられるという、奇妙な幻想も断っておく必要があるのではないか。(内閣府「防災白書」「迫りくる巨大地震と自身防災戦略」より)

9. 都市防災の課題

昨年の中越地震では過疎地や山間部の救援と復興の難しさ、7月の千葉北西部を震源とする地震では、大都市東京の弱点が明らかになった。

耐震補強や災害予想図ハザードマップ(Hazard map)などでは先進的なはずの東京都が、情報処理で大きなミス(Mistake)をした。エレベーター(Elevator)の閉じ込め問題や、超高層ビルと低周波振動との共振現象、大量の帰宅困難者など、都市防災の難題が次々浮上した。

全国的に見れば、耐震強度が不足する住宅はまだ2000万戸、東南海・南海地震で心配される津波に対する警報と非難のシステム(System)を持つ市町村は対象地域の1割にも満たない。陸から少し離れた海底を震源とするプレート(Plate)境界型地震の場合、発生直後に伝わってくる縦波のP波と、次に来る本震のS波の間にいくらかの時間差がある。8月の宮城県沖地震では、仙台で14秒あったという。この時間を利用して、素早い避難や、列車やガス(Gas)管などの安全対策を行う『リアルタイム(Real time)防災』もこれから充実すべき分野だ。学校や病院の耐震補強など、公の課題も多いが、自宅の耐震診断や補強、家具の固定等、個人の備えの濃淡が、震災では命運をわける。

10. 地域防災充実マニュアル

中越地震にて問題とされた課題が各方面で検討され、検討結果をふまえた防災対策マニュアルが7月にまとめられた。

防災拠点の耐震化促進資料(総務省消防庁)

洪水ハザードマップ作成の手引き(国土交通省)

中小河川浸水想定区域図作成の手引き(国土交通省)

土砂災害警戒情報に関する手引き(国土交通省・気象庁)

11.おわりに (首都直下型地震予知)

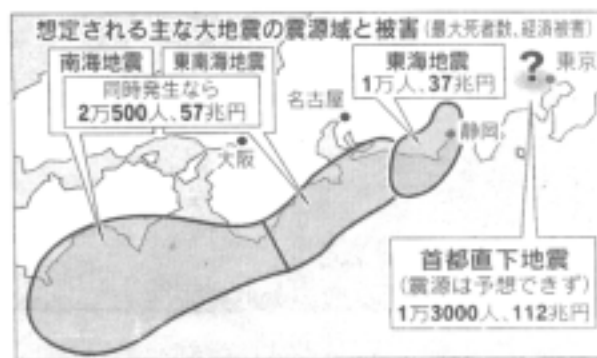
首都直下型地震が発生した場合、百兆円を超える経済被害が想定されるなか、企業が被害の抑制を目指す「減災」に軸足を置いた対策に乗り出した。あらかじめ被害を予測し、どう事業を継続するか、復旧の手順の準備を思考している。

政府は9月中に「首都直下地震大綱」を決定する。中央官庁や日銀は発生後3日間は自力で機能を維持できる態勢を整える。企業はできるだけ重要業務を継続し、地域住民を援助しつつ業務の復旧の手順を整える。

首都直下型地震は周期性を持ち前兆現象が出やすい東海地震と異なり、いつごろ、どこを震源に起きるかなど予知は不可能だ。このため政府は東京湾北部直下、都心西部(新宿付近)直下、横浜直下など18種類の震源を想定、それぞれ被害を予想している。

このうち死者が最も多いと想定されるのは、新宿直下型の1万3000人、瓦礫(Debris)の発生が9,600万Ton、経済被害が最大なのは東京湾北部直下型の112兆円と試算している。

(内閣府「防災白書」「首都直下地震の被害想定」より)



(出典:内閣府「防災白書」(地震防災戦略)より)

災害教訓に学び、達成目標を揚げ計画(Plan)実施(Do)評価(Check)改善(Act)を回し減災戦略に努めなければならない。その一旦を技術士が責任を負って行くべきで、それが技術士の叡智である。

以上

技術士の叡智

日本技術士会は2004年6月に『技術士ビジョン(Vision)21』を発表した。技術士は科学技術創造立国実現に向け、その中核者となって役割を担い、公益の確保と環境の保全を最優先にして社会に貢献することを宣言した。また技術士が責任者になるという職業的位置づけをしました。

技術部門を横断的に統括しうる日本技術士会が、各工学部門の学協会との連携を精力的に図り、主体性を持った技術者組織の要として、技術士の専門職資質と能力を担保して行かねばならない。そのことが『科学技術創造立国』実現を技術士が担保するということである。

そのために技術士は常に高い専門能力に加え、高潔な道德観と職業倫理を備えること、そしてそれを維持発展させるため自己の継続研鑽を義務づけています。

21世紀の技術士に第一に必要とされるのは、国際的な交渉に通用する能力である。第二には、コミュニケーション(Communication)能力である。第三には、主導的な立場でプロジェクト(Project)を

遂行する能力である。第四には、課題発見能力と解決能力である。第五には、万々に備えた危機管理能力である。多岐にわたる専門性を有する技術士集団が自己研鑽を続けるならば、これからは快適で豊かな社会の実現に貢献して行くことだろう。(渡邊弘子「これからの技術士に求められるもの」より)

日本技術士会は、技術士の活動を支援し、社会的知名度の向上を含め多角的な活動が必要であります。また、技術分野の専門家を多数擁した日本最大の技術集団であります。今回の新潟中越地震に対して日本技術士会の防災特別委員会の現場調査と緊急提言は誠に時宜を得たものと感謝致します。

これを更に復旧、復興のあり方や今後の地震対策に対する提言として継続的に発信して行くことが大切で、これが日本技術士会の存在と意義は自ずから高まる事になります。スマトラ(Sumatra)の津波についても様々な困難がありますが、提言を続ければ日本技術士会の国際的評価や連帯の強化に繋がると想定されます。

日本もここ数年核燃料工場での臨界事故、ロケット(Rocket)の打ち上げ失敗、トンネル(Tunnel)崩落事故など、日本の技術に疑問が持たれるような事件が頻発している。

これらの事故の中には技術者としての原点を守っておれば、発生しなかったと思われることも多い。ただ技術者の立場では問題提起はできても解決に至らないことも有り得る。このような時こそ、技術士が社会の公器としての立場で問題解決に当たれるような社会にすべきではないかと考える。

横断的で多様な技術分野を含み、かつ中立的立場にある(社)日本技術士会は、その特色を生かし、組織的にその役割を発揮することが期待される。

日本技術士会防災特別委員会副委員長の山口 豊氏は『技術者に必要な能力は 先を見通す力、 情報を収集して分析する力 コミュニケーション(Communication)力 利害関係者への説明責任 透明性の確保 各種専門家、関係者との十分な検討』であると述べている。これが技術士に必要な能力であり、技術士の叡智に関係するものと思える。

参考文献

- 1) 減災と技術「災害の教訓を活かす」 (社)日本技術士会防災特別委員会 (2005、1)
- 2) 中邨 章(編著)：危機管理と行政 明治大学社会科学研究所叢書 (2005)
- 3) 平成 16 年新潟県中越地震 技術士会現地調査結果及び緊急提言
(社)日本技術士会防災特別委員会 (2004、11)
- 4) 土木学会：新潟県中越地震、台風 21 号、22 号、23 号被害報告 土木学会緊急災害調査団
(2004、10、23) 団長東大生技研教授
小長井一男
- 5) 土木学会：新潟県中越地震、緊急災害調査(第二次)報告 土木学会新潟県中越地震
(2004、11、末日) 第二次調査団
団長東大教授社会基盤学家
田 仁

- | | |
|--|--|
| 交通基盤施設の被害
地震工学委員会 (2005、1、17) | 東大大学院教授前川宏一 6) 土木学会
後藤洋三、家村浩和、大友
敬三、能島揚呂、北原武嗣 「教訓は十
分に生かされているか」
矢部政明 |
| 7) 土木学会鋼構造委員会、構造工学委員会、Concrete 委員会
地震工学委員会
「施設の耐震設計に当たって、何がどれだけ進歩
したか」 (2005.1) | 名古屋大学大学院
教授 宇佐美勉
東大大学院
教授 藤野陽三
長岡技術科学大学
教授 丸山久一
(財)電力中央研究所
大友敬三 |
| 8) 土木学会 Vol.90no.1 「来るべき巨大地震への備えは」
(2005.1) | 防災科学技術研究所
酒井久和
京都大学大学院
助教授 五十嵐 晃 |
| 9) 土木学会 「Thailand の Khao Lak と Phuket 島における 2004 年
沖地震津波の速報」 Vol.90no.3
工学科 松富英夫 | 日本・Thai 合同津波調査 北 Sumatra 島
団長、秋田大学土木環境 (2005.3) |
| 10) 国土交通省 国土交通白書 2005 | 国土交通省総合政策局 |
| 12) 消防庁 消防白書 2005 | 消防庁編集 |
| 13) 内閣府 防災白書 2005 | 国立印刷局発行 |