

特集座談会

阪神大震災に思う。そして.....

1995年3月15日札幌第一ワシントンホテルにて収録

企画・編集 北海道技術士センター 広報委員会

総括編集 柴田 悟：本誌編集委員，パシフィックコンサルタンツ(株)

平成7年1月17日午前5時46分に発生した兵庫県南部地震は、その被害の大きさから「阪神大震災」と呼ばれ、最終的な公式発表においては、死者約5,500人、負傷者約35,000人、家屋の損壊約160,000棟、また被害額10数兆円に及び、関東大震災に次ぐ大きな被害を出し、地震発生から4ヶ月が経過した現在でも、約4万人の方が不自由な避難所生活を強いられております。

今回の地震は、第2次世界大戦以降に発達した近代都市が初めて経験した大地震であるといえます。特に震源に近い神戸市の長田区、神戸区、東灘区、芦屋市、西宮市などでは、近代都市を構成する建物・道路・鉄道・ガス・電気・上下水道・港湾などのほとんどが壊滅的な被害を受け、被害額は調査期間によって相違はあるものの、3.5～8.0兆円といわれています。

本企画は、この震災の本質を正しく把握し、その教訓を生かしながら、北海道・札幌における防災型都市造りの方向性を探ることを目的として、北海道技術士センターを代表する各方面の技術士に御参集・御討論いただいた内容をとりまとめたものです。

この座談会は震災発生からおよそ3ヶ月が経過した平成7年3月15日に札幌第一ワシントンホテルで行われ、参加者全員による黙祷の後、松井編集委員の総括報告、大島編集委員の本震災の発生メカニズムと特徴に関するレクチャーに引き続いて開始されました。

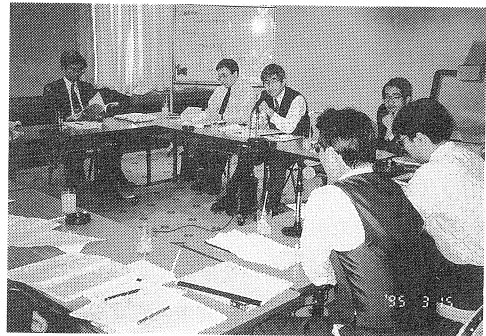


写真-1 会場の様子

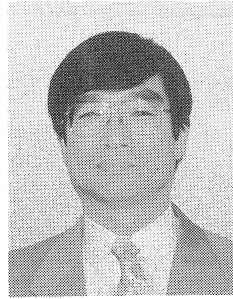
阪神大震災の特徴

(特に交通施設を中心に)

松井義孝 (広報委員)

(株) 開発工営社 企画調査室長

技術士 (建設部門)



専門：振動、耐震設計
耐震設計においては常に完璧という事はない。もし災いに遭遇したら機敏にかつ適切に判断できる技術者でありたい。

阪神大震災の特集を組むにあたり、私は震災3日後の1月20日～22日の間に現地に入ることが出来、その経験を中心に要約させていただきます。

1995年1月17日(火)午前5時46分頃に、兵庫県淡路島北部の地下約14km付近を震源とする直下型地震が発生し、震源に近い阪神地域に甚大な被害を与えた。地震の規模はマグニチュード7.2で「兵庫県南部地震」と名付けられた。気象庁による震度階は神戸、洲本で震度(烈震)と最初発表されたが、その後の調査で神戸市および淡路島の一部は震度7(激震)であったと判定された。この気象庁による震度7は福井地震(1948年)の翌年に導入されものであり、震度階級設置後初めて適用された。地震による死者は5千名以上、損壊した建物は10万棟以上に達する大震災となった。人口過密な大都市が震度7の激震に襲われ、神戸市を中心とした地域の人的、経済的被害が1923年の関東大震災に次ぐ、戦後最悪の大震災となったことから「阪神大震災」と呼ばれている。

わが国は地震国であり、特に北海道はこの約2年間に釧路沖地震(1993.1.15, M7.8)、北海道南西沖地震(1993.7.12, M7.8)、北海道東方沖地震(1994.10.4, M8.1)による被害を受けている。さらに、

過去には十勝沖地震(1952.3.4, M8.2)、(1968.5.16, 7.9)浦河沖地震(1982.3.21, M7.1)による土木関連施設が多大な被害を受けたことは周知の通りである。

地震の発震機構はこれまでの情報を整理すると、明石海峡東部の深さ十数kmでほぼ鉛直な断層の横ずれが発生、この横ずれ運動が北東方向に六甲断層系を構成する幾つかの断層を介して伊丹市付近まで伝播し、長さ約50kmの震源断層を形成したと言われている。特に大きな被害を受けた地域はこの断層に沿った海側に帯状に分布し、須磨区の海岸、JR神戸駅、神戸市中央区、灘区、東灘区、芦屋市を通して西宮市まで達している。

今回の地震の被害は、橋梁を中心とした交通基盤施設・建築物等その被害の激しさは際立つものがあった。又、被害を受けた方々に直接係わるライフラインや消火・救急システムなど後述の座談会に多くの意見があったソフト的問題を残した。

それらの事は、座談会の中で専門技術士らに多くの意見があったので、そちらに譲りたいと思う。

よって私はグラビアや文中写真に見る様に、社会資本施設、特に橋梁構造物の被害について感じた事を述べる事とする。

(1) 今回の地震は活断層の横ずれによる直下型地震であり、地震動の特徴としては水平振動のみ

ならず、大きな鉛直振動が発生したことである。鋼製の円柱橋脚が、その基部で象の足のような座屈現象を生じたのは大きな鉛直力が作用した証左と言えるだろう。また、橋梁構造物で特に橋脚の損傷破壊の被害を大きくしたのは、設計で想定した地震力よりも大きな慣性力が作用したものと考えられる。

(2) 神戸大橋、ポートライナー、西宮港大橋付近では広範囲にわたり液状化現象が見られ、橋脚基部では数十cmの地盤沈下が確認された。また、西宮港大橋の甲子園浜側の人工埋立地では地盤の沈下や岸壁の水平移動があった。

(3) 阪神高速道路公団3号神戸線のほぼ全線にわたって、鉄筋コンクリート橋脚に著しいせん断破壊が発生しており、一部で倒壊や落橋が見られた。特に、昭和44年に供用されたピルツ工法による高架橋(区間635m)の円筒形一本柱の橋脚18本がすべて山側(北側)に倒壊した。一方、鋼製橋脚では水平振動および鉛直振動に伴う局部座屈が見受けられたが、崩壊には至っていない。ただし、神戸線西宮市の鋼製一本四角柱橋脚では、大きな鉛直力を受けたと思われる圧壊があった。

(4) 上部構造と下部構造を結ぶ支承部にかんがりの損傷、破損があり、橋軸方向および橋軸直角方向に相対的な桁移動が見られた。西宮港大橋の側径間の落橋した単純橋のピボット支承ではアンカーボルトの破損が確認された。また、桁端部を連結する落橋防止装置に、ボルトの破損、連結板の破損、ウェブ母材の破損があった。

(5) 上部構造が軽量である歩道橋では際立った損傷は見受けられなかった。

最近の大型地震と比較して

ここ数年で、太平洋を介し、日本とアメリカで被害の大きい大型地震に遭遇した。別表で概略比較(ある程度の情報精度をもってまとめたつもり

であるが、確実とは言い難いのでここでは概略とした)を示している。

私の雑感ではあるが、今にして思えばまさに阪神大震災と同じような被害事象が、アメリカにおいて、ロマ・プリータ地震、ノースリッジ地震でも見られていたのである。そしてそれは、アメリカ～日本と繰り返したといえる。これからだって時刻歴スタンスは数10年であるのか、100年かあるいは1000年であるにしても、地球の地殻変動現象として繰り返されるだろうと思われる。

1989年アメリカのロマ・プリータ地震の折り、友人としてお付き合いさせていただいている専修短大・金子教授が当時カリフォルニア・パークレー校に留学をしていた。そんな事から当時の被害速報や被害ビデオといった貴重な資料を即座にいただいた。当時、日本の耐震設計法が「自由度をモデルとしていた震度法から上部構造・下部構造・基礎構造を一体化した”静的フレーム法”という設計手法に移行するさなかであった。その手法は画期的であり、まさに日本の耐震設計が世界に一步も二歩も先んじていたと、私を含めて当時の耐震技術者はそう思っていたに違いない。

この静的フレーム法はまちがいがなくすばらしい。しかし、今にして思えば、私たちは自分の足下に注視しすぎてはいなかったか?
何かおごってはいなかったか?

ロマ・プリータ地震でもノースリッジ地震でも今回の阪神大震災に見られるような落橋あるいは高架橋のRC脚柱の座屈(コンクリートがはがれ鉄筋があめの様に折れ曲がっている状態)をブラウ管からじっと視ていたはずである。地震動を数値的に視ると、阪神大震災がとび抜けて大きいわけではない。他の地震の方が大きいケースもある。しかし、被害や今後に及ぼす影響は阪神大震災に遠く及ばないだろう。

日本の地震は海溝型が多い。今回のような活断

層型の地震の記録は少なく、特に地表面における変位や速度の大きさが被害影響に著しい結果をもたらした事は珍しいと思う。また、今回の埋立地の液状化は従来起こり得ないとされていた土質物性で発生している。一つ一つ分析して行けば多くのことがまだまだ解ってくるだろうと思う。

私自身、被災4日目に神戸の地にたったとき、私の耐震設計は何であったのかと愕然とした。そして、今、この地震を糧に社会に何を寄与できるであろうかと思った。

後ほど紹介されるであろう『北海道技術士センター防災研究会』の発足がこの私を走らせた所以である。最後に、私自身のいましめとして述べてペンを置きたい。

①社会資本の充実は、各々の事象や構造物からの歴史や文化を忠実に把握せよ！

②科学技術者は事象や理念・理論に常に謙虚であれ！

③1つの事象を視る時、それを取り巻く関係にまさに魚眼レンズであれ！

④創造性を発揮しようとするときには、関係するスペシャリスト群の知恵を発揮し常にプロフェッショナルであれ！

若干意気込みすぎた感もあったかもしれませんが
 がご容赦ください。

なお、別にてご案内いたしました「防災研究会」
 に積極的に参加したい方はご連絡ください。

以上

各地震の概略比較

	阪神大震災	北海道釧路沖	北海道南西沖	北海道東方沖	米国ロマ・ブリータ	米国ノースリッジ
発生日	1995. 1.17	1993. 1.15	1993. 7.12	1994.10. 4	1989.10.17	1994. 1.17
マグネチュード	7.2	7.8	7.8	8.1	7.1	6.7
震度	6~7	6	5~6	5~6	-	(6相当)
地震波の形態 ①震央深さ	神戸沖3km D = 18km	釧路沖から30km D = 107km	沖合100km D = 34km	根室沖180km D = 30km	D = 11.5mile (18.5km)	ロサンゼルスより北西 30km
②地震動						
N-S (gal)	421 (神戸大学)	817 (釧路)	202 (寿都)	487 (LG)	断層内	断層破断面 45度
E-W (gal)	833 (中央区)	922 (釧路)	216 (寿都)	223 (TR)	H = 6.2ft	H = 1.82G (max)
U-D (gal)	446 (神戸本山)	467 (釧路)	51 (寿都)	167 (ud)	(約1.88m)	(ud = 1.18G)
速度	V = 55kine				ud = 4.3ft	H = 0.9G 以上4ヶ所 あり、このud = 0.48G である。
③代表的地質	沖積層及び埋立地	釧路では、表層から細礫及び泥層等の軟弱地盤	第3紀層のグリーンタフ、泥岩等	釧路では、表層から細礫及び泥層等の軟弱地盤		
主な被害	1. 液状化によるもの 港湾施設橋脚の流動化 2. 単柱 コンクリート柱の圧壊 鋼管柱の座屈 3. 大型ビルの中間階の 圧壊 4. ラーメン高架橋の柱 の圧壊 5. ライフライン継手部の 破損	1. 液状化 岸壁の被害 橋脚柱の被害 2. 道路盛土の崩壊 3. 橋脚柱の曲げセン断 破壊	1. 津波による被害 h ≈ 30m~3m 2. 道路盛土の崩壊 3. 液状化により橋脚の 傾斜 4. 斜面のスベリ	1. 道路盛土の崩壊 2. 橋梁摺付部の段差 3. 橋梁支承部の破損	1. 断層による液状化あり 2. 橋脚柱が上部版を押し 抜き 3. 2層ラーメンの隅角 柱部の曲げセン断破 壊	1. コンクリート柱の曲 げ剪断破壊からセン 断破壊 2. 橋脚に鋼板巻立部は 健全 3. 桁間連結ケーブルが 有効に機能 4. ライフライン継手部 の破損

阪神大震災の発生メカニズム

大島紀房孝（広報委員）

構研エンジニアリング（株） 常務取締役

技術士（応用理学部門）



（北海道技術センター次長）

30年間災害関連業務に従事し、今回の震災直後には4日間現地調査に赴く。

1. 「プレート間地震」と「プレート内地震」
地震には大きく分けて「プレート間地震」と「プレート内地震」がある。プレートとは地球の表面を覆う厚さ100kmほどの硬い岩石の層でマンツルの対流によって移動し、各プレート間は互いに“ぶつかり合い” “押し合い” “潜り合う” 関係にある。

図1. 1～1. 2に日本近傍における各プレートの分布とプレートの相互関係を模式的に示す。

「プレート間地震」は、こうしたプレート同志の境界部にたまったひずみを一気に解消する形で発生する。「プレート内地震」は押し合い、引き合いにより、プレートがずれたり（断層）、折れたりしたときに発生する。

1993年1月の釧路沖地震から1995年1月の阪神大震災（兵庫県南部地震）の2年間に日本での5つの大地震が相次いで発生したが、これらは全て異なるタイプの地震である。

5つの地震のうち、関東大震災に代表される「プレート間地震」タイプは三陸はるか沖地震（③タイプ）のみである。北海道南西沖地震は広義ではこのタイプに属するものの、プレート境界がはっきりしない新しいタイプと考えられている。釧路沖（①タイプ）と北海道東方沖（②タイプ）は「プレート間地震」であるが、後者は潜り込むプレート自身が破壊するめずらしいタイプの地震である。

今回、阪神大震災の元凶となった活断層は④プレートの上面の上のっている地殻（厚さ30～40km）部分の横ずれ断層によるもので「プレート内地震」に属する過去の古い傷が再活動したものである。

「プレート間地震」は地域により異なるけれども近畿地方では約100年間隔でくり返される傾向があるが「プレート内地震」である活断層のずれ（再活動）は1,000～10,000年の間隔で生じると考えられている。

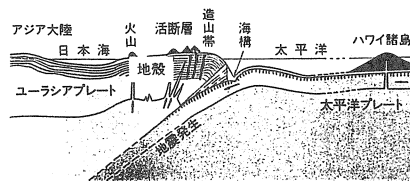


図1. 1 東太平洋海嶺からアジア大陸にいたる模式断面図

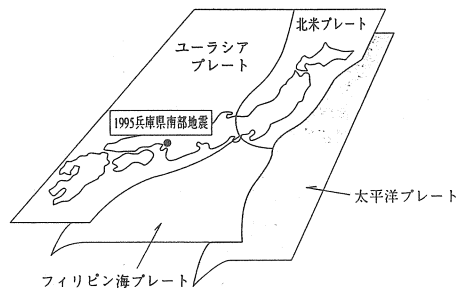


図1. 2 日本列島東縁の2つプレート

しかし、現在日本では2,000以上の活断層があるとされており、再活動の間隔を1,000年とすると、1年に2ヶ所は日本のどこかで活断層による地震が発生していることになる。

表2.1は過去200年間の間に死者200人以上を出した大震災の記録であるが、実に70%以上が活断層によるものである。

いかに「直下型地震が恐ろしい」かがよくわかる。

「新編日本の活断層」によると、活断層とは、研究者によって、多少の違いがあるが、地質年代の区切りである第四紀、つまり約200万年前から現在までの間に動いたとみなされる断層（地質のずれ）で、いつか再び動くであろうと判断されるものとして扱っている。

2. 阪神周辺の活断層と地震

阪神周辺には図2.1に見られるように活断層が密集している。

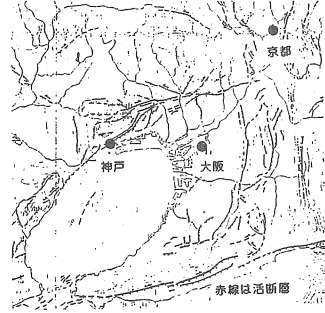


図2.1 阪神周辺の活断層
（「新編日本の活断層」より）

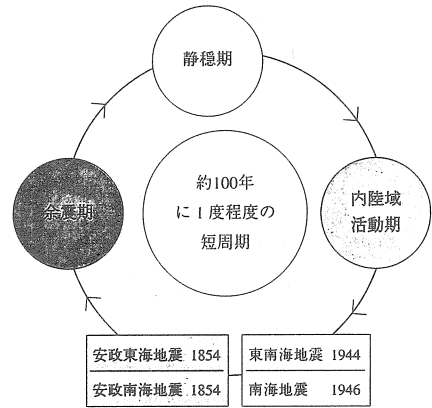


図2.2 南海トラフと地震発生サイクル
茂木清夫（前出）の考えに基づき大島が模式化

なぜ、今回のような地震が発生するのかについて、代表的な2つの考えについて述べてみる。

その一つは茂木清夫（「地震」東京大学出版会1981）に記述されているもので、図2.2に示すフィリピン海プレートの沈込みに起因すると考えるものである。フィリピン海プレート沈込み部分のうち近畿地方の部分を南海トラフとよんでいるが、この南海トラフに発生する大地震は、歴史地震をみると約100年に1度程度の短周期で発生していることに着目している。

名称	年月日	M(マグニチュード)	死者数(人)	記事
康壽地震	1804. 7. 10	7.0	300	鳥羽山付近
近江地震	1819. 8. 2	7.3	多数	琵琶湖から伊勢湾まで
越後三条地震	1828.12.18	6.9	1,700	三条直下
京都地震	1830. 8.19	6.5	280	京都直下
普光寺地震	1847. 5. 8	7.4	8,000	信濃川断層系
伊賀上野地震	1854. 7. 9	7.3	1,600	木津川断層
安政東海地震	1854.12.23	8.4	数千	南海トラフ沿いの巨大地震
安政南海地震	1854.12.24	8.4	数千	南海トラフ沿いの巨大地震
安政江戸地震	1855.11.11	6.9	7,500	江戸直下
飛騨地震	1858. 4. 9	7.1	430	漆俣川断層
浜田地震	1872. 3.14	7.1	550	浜田沖
濃尾地震	1891.10.28	8.0	7,273	濃尾谷断層系
庄内地震	1894.10.22	7.0	762	酒田付近
三陸地震(津波)	1896. 6.15	8.5	22,000	日本海溝の巨大地震
静岡地震	1896. 8.31	7.2	209	千歳断層
関東大震災	1923. 9. 1	7.9	142,807	相模トラフ沿いの巨大地震
福島地震	1925. 5.23	6.8	428	地崎付近
丹波地震	1927. 3. 7	7.3	2,925	舞村断層
北伊豆地震	1930.11.26	7.3	272	丹那断層
三陸沖地震	1933. 3. 3	8.1	3,064	日本海溝下のプレート内
鳥取地震	1943. 9.10	7.2	1,083	鹿野・吉岡断層
三河地震	1944.12. 7	7.9	1,223	南海トラフ沿いの巨大地震
南相模地震	1945. 1.13	6.8	2,306	猿橋断層
南相模地震	1946.12.21	8.0	1,330	南海トラフ沿いの巨大地震
福井地震	1948. 6.28	7.1	3,769	福井平野東縁断層帯
北海道南西沖地震	1993. 7.12	7.8	230	奥尻島などに大津波
兵庫県南部地震	1995. 1.17	7.2	5,497 (3月27日現在)	野島断層を含む六甲断層系

表2.1 過去20年間(1800年から1995年)の死者200人以上の大震災
□は内陸活断層から発生した直下型地震

この約100年間の間に余震期～静穏期～内陸域活動期～巨大地震の発生（南海トラフによるプレート間地震）の規則性が見いだせるとしている。

もう一つは、金折裕司（「甦る断層」近未来社1993）に記述されているもので、図2.3に示す「マイクロプレートモデル」である。

地震の中心が南海トラフから始まり、南海トラフで終わるのは、茂木（前述）と同じであるが、それを動かす「力」は茂木がフィリピン海プレートと考えているのに対し、東西からの圧縮力、つまり、北米プレートとアムールプレート（ユーラシアプレートの一部）としている。

中部・近畿地方の大きな断層をつなぐと図2.3のようにいくつかのブロックに分けられる。これをマイクロプレート呼ぶ。

歴史地震のほとんどがこのブロック境界にそって発生し、ほぼ100年の周期で南海トラフの地震に移行する連続性に着目している。

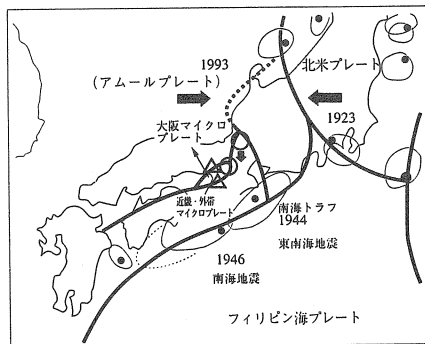


図2.3 マイクロプレートモデルの模式図
金折裕司（前出）の考え方にに基づき大島が簡略化

北米、アムールプレートとの押し合い（圧縮）によらし、この時、三角形の“クサビ”状の近畿・外帯マイクロプレートが南に押し出され、神戸、大阪を内臓する大阪マイクロプレートも、これに関連して動き出すとするものである。

○印が将来地震が発生する可能性が高い空白域、△印が歴史地震が記録されていない領域（1,000年以上）とされている。

3. 地震と地盤災害

神戸周辺の地盤と活断層、余震分布、建物の被害調査から震度7（気象庁2月7日）とされた地域を対比し図3.1に示した。

図3.1から神戸市周辺の地形は、大きく4つに区分することができる。図の上より、ほぼ北東～南西にのびる六甲山地に沿う①山地～高位丘陵帯、②段丘～扇状地帯の低位丘陵帯、③軟弱層で構成される沖積低地帯、④ポートアイランドなどの埋立地、であり、六甲山地と海に挟まれて見事な配列を示す。

そして、活断層は①と②の境から山地寄りに、震度7の地域はほぼ②と④の境、つまり、③の沖積低地に分布していることが読みとれる。

国土地理院では1995年3月の時点で神戸周辺の陸地部に、活断層による“ずれ”が認められなかったことから、活断層の再活動はなかったと発表しているが、『なぜ、震度7の被害が発生したのか』についての疑問は依然として謎のままであり、再活動の有無、原因などについては今後の究明に期待される。地盤の面からは、図3.1にみられるように沖積低地帯で、軟弱な土層構成が複雑に堆積互層していること、低位丘陵地と埋立地に挟まれた地形変化点であり、地震の波は地形の変化点で増幅されやすいことなどが原因の一つと考えられよう。また、沖積低地帯は旧汀線（国道2号と43号の間）を境に潮流によって形成された砂州部とその背後にできる湿地部（粘土層が堆積）に分けられ、地盤構成が異なる。ここでは、地震波や構造物の被害に違いがでていようであり、今後の調査、解析が進むにつれて明らかにされるであろう。

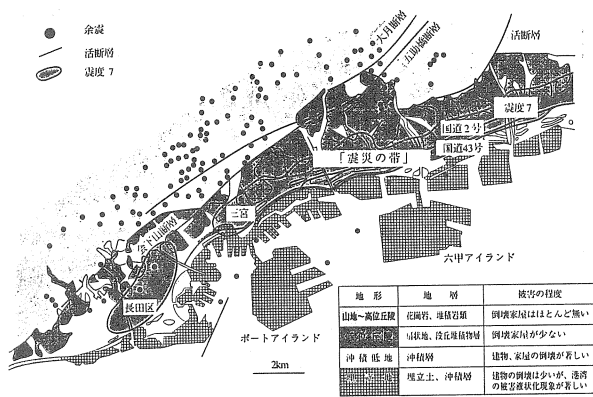


図3.1 「新編日本の活断層」、気象庁発表の震度7の地域や現地調査などをもとに大島が作成

資料の出典は、

「阪神大震災（兵庫県南部地震）被災状況調査」
 (財)北海道道路管理技術センター です。

阪神大震災に思う。そして...

座談会参加者の紹介

- ・能登繁幸（建設部門）
北海道開発局開発土木研究所
- ・大橋 猛（建設部門）
北海道開発局
- ・大島紀房（応用理学部門）
構研エンジニアリング（株）
- ・高橋徹男（水道部門）
札幌市下水道局
- ・高宮則夫（建設部門）
札幌市建設局
- ・花田真吉（建設部門）
北海道開発コンサルタント（株）

- ・桑田雄平（建設部門）
北海道開発コンサルタント（株）
- ・奈良義明（建設部門）
北海道開発コンサルタント（株）
- ・二ツ川健二（建設部門）
北海道土質コンサルタント（株）
- ・安江 哲（建設部門）
北海道開発コンサルタント（株）
- ・松井義孝（司会担当）（建設部門）
（株）開発工営社

1. 地震動の特徴

①発生パターン

○能 登：大島さんのお話の中で今回の地震とこれまでの地震ではパターンが違うと言っていましたね。

○大 島：地震発生のメカニズムの図-1~2で説明したように、ここ2年間に発生した5つの大地震はすべて発生パターンが異なり、今回の場合はプレートの上ののっている地殻部分の横ずれによるものです。

○能 登：発生パターンに違いがあり、しかもそれに基づいて波も違う。それは因果関係あるのですか。ただ単に距離の問題であるのか、つまり北海道南西沖や釧路沖というのは遠くから来た波、それに対して今回は直下だからという距離だけの問題なのか。断層型か海溝型かの違いの問題もあるのですか。

○大 島：まず第1に発生パターンというよりは震源過程の違いにより地震波は異なります。地震が発生すると必ずP波、S波、表面波が発生しますが、震源過程によってその波の強さに特徴が見

られます。

私達が土木の分野で利用する簡易地震探査法の「板たたき法」は地面においた板をハンマーでたたくのですが、P波を測定したい場合には鉛垂（縦）方向に、S波の測定では水平（横）方向にたたいて求めます。また、地震発生により記録されたP波、S波の振幅から、断層の方向やずれの向きを求めるのはその性質を逆に応用したものです。

次に距離の問題です。地震の揺れは特定の周期帯の振動が卓越することがあります。これは上記の震源過程と地震波の伝わる経路（距離、地盤の性質、地形など）に大きく左右されます。距離が遠ければ、地震波もいろいろなフィルターにかけられ、図-①の釧路沖地震の波形のように漠然としますが、距離が近いと同図の阪神（兵庫県南部）のように地震波のエネルギーがすべて直に伝わり、速度の速いP波と遅いS波（P波の1.7倍）が明瞭に伝わってきます。

ですから、断層型か海溝型かというよりは、地震の起こり方と伝播経路に影響されるといった方が適切と思います。

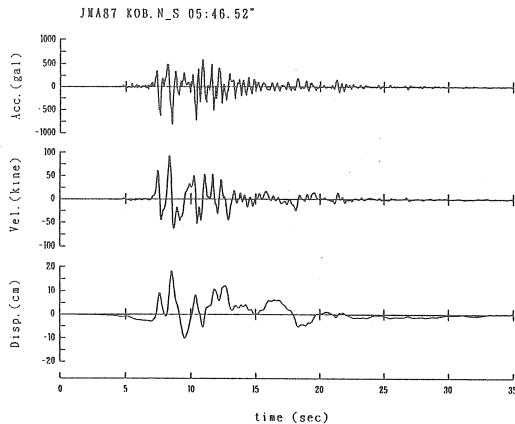


図-1 波形に現れる地震動の特徴

○能 登：内陸直下型だから、周期は1秒前後だということにはならないのですね。

○大 島：なりません。

図-1のようにS波に特徴的な周期が見受けられます。P波が2～3秒続いたあとに、突然大きな振幅のS波が現れますが、最初の1.5秒程度の周期①とその半分程度の周期②です。

周期は構造物の破壊に大きな影響を与えますが、周期②については背後にある六甲山からはね返った波が記録されたのではないかという専門家もおります。こうした問題はこれから解明されてくると思います。

○花 田：距離が離れば、ある一定の周期に集約されるというふうにとっていいのですか。今回の場

合には、3秒か4秒ぐらいのところで、サイクルが違った波が返ってきました。S波の大きい波が、はね返りの緩衝になるのか、もしくは近場であるがゆえに全部返ってきたのか。そのあたりはどのようなのですか。

○大 島：先ほどの説明のように距離が遠いと地震波は地盤条件や地形条件などいろいろなフィルターにかけられますが、一番の特徴は短周期の成分は減衰してしまいますので、比較的長い周期

のものに集約される傾向にあります。

これに対して近い場合には減衰せずに到達しますのでいろいろな周期のものが記録されると考えてよいと思います。

○花 田：今回の直下型は、10秒くらいでS波の大きな波が、五つくらいありますよね。それから、釧路沖の場合には、かなりたくさん波がずっときています。それは直下型とそれから海洋型の地震の違いではないのですか。たまたま直下型の波が10秒だけ。場合によってはまた長くなるということなのですか。

○大 島：この差は震源過程というよりは伝達する距離と地震による破壊面の長さが大きく影響しているのだと思います。

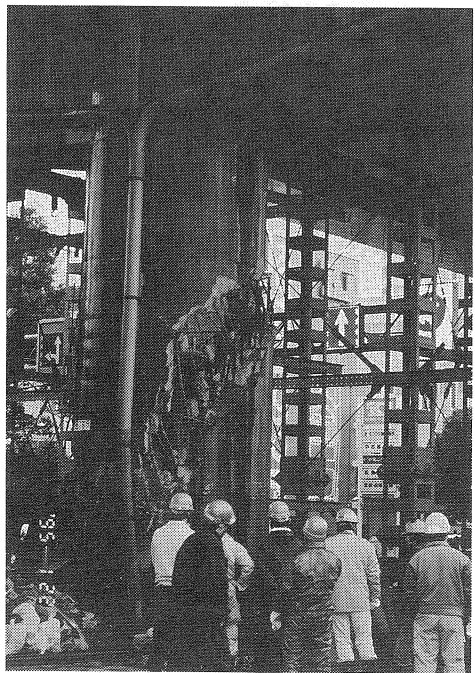


写真-1 阪神高速3号神戸線
せん断破壊した橋脚

伝達する距離が大きいとP波とS波の到達する時間の差が大きくなりますが、距離が小さいと時間の差も小さくなる。

また、今日の地震の破壊面（断層）の長さは約20 kmですが、釧路沖では約60 km、3倍の差があります。地震波は破壊面の進行に並行して発生してきますので、破壊面の長さが大きいと地震は長い時間発生し続けることになります。



写真-2 阪神高速3号神戸線
ピルツ橋の倒壊

②構造物の挙動的な特徴

○花 田：構造物の壊れ方に関して、特に鋼製橋脚が壊れたということに関しては、地震に伴って瞬間的に地盤が動こうとするのに対して、上部工は瞬間的には動かないということで、いわゆる剛体のような感じでせん断力が、働いたのではないかと考えられます。構造物が変形する前にもう地盤が動いてしまうというような、その速度、先ほどは加速度と言いましたけれども、**速度の影響というのが今回地震の特徴なのかな**と思いました。

○高 橋：通常、鋼橋の場合には粘りがあるということで強いというふうになっています。しかし、加速度が非常に大きい場合には、鉄と言ってもコンクリートのような固いものと同じような性質を示すというふう考えられるのですか。

○花 田：そもそも衝撃の問題は、まだ余りよくわからないところがあるということで、今大学な

どの研究期間でもいろいろ調べているという話は聞いています。多分考えたとすれば、結局コンクリートであろうが鉄であろうが、衝撃に対しては、剛体そのものになってしまうのではないかと思うのです、

いわゆる構造物の変形がについて行けるだけのゆっくりした速度であれば、通常の曲げせん断になりますけれど、加速度が物すごく大きく、変形の速度が非常に早過ぎると変形がついていけなくなってしまって、衝撃的な力が作用する。だから、全く剛体そのものになってしまう。

○大 島：居合抜でわらを切りますよね。それから空手などで言うと瓦を割りますね。あれはむしろスピードというのでしょうか。

○松 井：私も、ある記事を頼まれて書いたときに、これと同じことを考えました。ビルを見たときに、どう見ても座屈をしたというよりも、一刀両断されてビルがもろに切られてしまったのだと、多分すごい衝撃という言葉があてはまるかどうか分かりませんが、そのような感じがしました。

③市街地に活断層は発生したのか？

○奈 良：私は主に道路の方を見てまいりました。1次調査のときは東西方向の国道2号線と43号線を、2次調査では、南北方向の道路で国道428号と、それから区画街路、幅員も20メートルから30メートルぐらいの道路を5本ぐらい歩いて見ました。結論から申し上げますと、道路の被害というのは極めて少なかった。これは2月8日に、土木学会の報告会でも言われたのですけれども、本当に私自身もびっくりするほど少なかった。

クラックの形態として、2号線、それから43号線というのは東西方向に走っているわけです。それから区画道路は南北の方向に走っているわけですけれども、そのクラックの形態がやはり東西方向に入っている。新聞報道で断層の水平ずれと

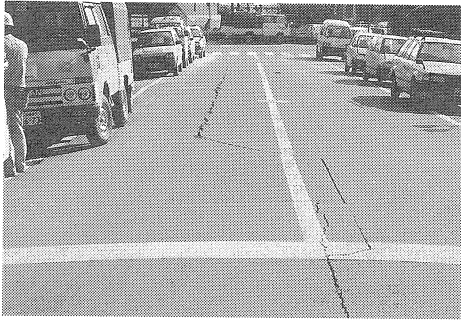


写真-3 幹線道路に生じた亀裂

いう言葉が使われておりましたけれども、それと、私が見てきたクラックの方向というのは合致するというふうにして考えてよろしいのでしょうか。

○大 島：当初新聞、あるいはテレビで陸地でも活断層が見つかったという報道がたくさんあったのです。道路にひびが入った、須磨の地区に活断層があった、山側にあったかと言ったけれども、結局1週間くらい前国土地理院では、それは単なるいろいろなひび割れ、ずれであって、一切陸上においては、ずれた形跡は認められないという事でした。ですから、活断層としての動きは陸上にはありませんということを一応正式に発表したのです。

要するに水平ずれによって発生したものではない。ですから、今回の野島断層で発生したのは、あれはあれでもう終わって、神戸の市街の陸地の方には影響していないというようなのです。しかし、今奈良さんがいわれたように、路面の亀裂、墓石や建物の倒れ方など、活断層と同方向の力が作用したと考えた方が説明しやすい事実もあり、震度7といわれた中心部に活断層があるのではないかと、あるいは地表に現れないまでも、地下では水平移動が発生したのではないかと専門家の間で意見の分かれるところであり、今後の解明に期待するところです。

○二ツ川：活断層の位置と一番被害を受けている位置が1キロぐらい差があるわけです。それが何

で差があるのだということがやっぱりわからない問題で、マスコミの論調などを見ると、見えないところに、そこに**新しい未知の活断層があるのではない**かというのが報道されています。けれども、そういう見方をしてもいいのでしょうか。

それから、2番目の問題として挙げておいたのが、先ほどの話にも出ていましたけれども、**軟弱な沖積層が厚いところで被害が集中しているのではない**かという見方です。

それから、3番目に書いてありますが、これも出ていましたけれども、**やわらかい地盤と堅い地盤の境目で被害が集中しているのではない**かという見方。ノースリッジの地震のときに沖積層のど真ん中では余り被害がなくて、沖積層と山との境目の家が全部倒れたというような話が報道されていて、地震波が山にぶつかって戻ってきた波と向かって行く波とが干渉し合って、それで非常に振幅が大きくなるのだという見方も出されていました。だから、この後神戸の地震の被害の原因がどこにあったのかという事は、余り単純に活断層・活断層と見ない方がいいのではないかと思います。マスコミの中で拾ってみても、今述べた三つぐらいの見方があるので、それぞれがどういよう影響を与えているのかということまで、地盤の問題から考えていかないと、北海道にその教訓を生かせないのではないかという感じがしています。

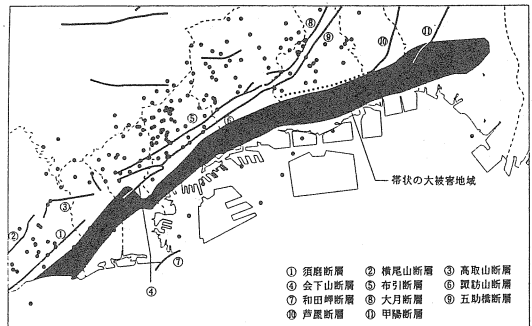


図-2 阪神地区に於ける活断層の分布

④地震予知について

○松 井：事前の予知という問題についてご意見あればいたきたいと思います。先ほど大島さん言われましたように、阪神大震災の1年前に、1994年の4月から5月に、京阪神の直下型地震についてというシンポジウムをやられたのです。その資料の中に、新聞記事が1回から十何回までありまして、これがまさに、『**京阪神の直下型地震について**』というシンポジウムの中の資料に入っていた連載記事なのです。この中で明石大橋は大丈夫なのか？、次の活断層は？、噴砂は？とか、そのようなことがずっと事前にいろいろディスカッションされたり、その方面の人はみんな、ジャストタイムまではわからないけれども、一応予知をしていたというような感じがするのです。多分関東でも同じようなことがもしあったとしたら、かなり用意周到な検討がされていると思うのですが、大島さん、科学的に何か、予知という問題についてコメントいただけますでしょうか。

○大 島：予知という問題については、それが**地震学者とか地質学者とかいう学者の考え方と、一般市民の考え方は全く別**です。例えば学者がいう予知というのは、例えば10年くらいの感覚を意識して言うわけですが、市民の場合は何月何日くらいに起きるかということとの意識のずれが物すごくあると思うのです。地震学者がわかるというのは、今までの歴史自身を振り返るということで、大体**100年に1回くらいは繰り返して必ず大きい地震がある**。だから、そろそろ起きてもいいはずだという言い方からの予知なのです。

それと、関西地方の人は、関西には地震がない、地震を忘れてしているという言い方をされるのですが、それは違うと思います。今度起きたら東京だ、関東だということが先に啓蒙されてしまっているくらいがあると思うのです。実際、全国の地震観測網は、関東にほとんど集中してし

まって、北海道とか九州とか遠いところは観測網が少ないのです。次に起こるのはやっぱり関東だ、東京だということが、余りにもPRされてしまって、幾ら専門家がいやいや関西にも来るのだと言っても、なかなか市民だとか行政が本気になれなかったかなということがあると思います。

専門家から言わせると、関東地方にはある程度数年間隔くらいで予知はできる体制にはなっていますよという人は確かにいます。ところが、関東以外については、やはり10年とか数十年オーダーでしか無理ではないかというのが一般的であります。

それと、先ほど**活断層**というのは**1,000年に1回起きると**いいました。例えば1,000年から1万年に1回起きるといえるのですけれども、今、日本全国でわかっているのは、2,500から3,000くらいの活断層があるとされています。逆に言うと、一つの活断層は確かに1,000年サイクルにしても、日本全国に2,000とか3,000あれば1年に2回か3回か必ずどこかの活断層のところでは発生するわけですから、今回阪神大震災という地震あったからあと1,000年は来ないというのは、誤りであって、神戸の近くにも、20本といった活断層が走っていますから、そのうちの一つが今回動いたというだけで、また順次順次繰り返してくるので、決して1,000年には1回でないということです。その辺の認識をきちっと踏まえていないと、いつまた地震来るとか、その地震についてあの人はこう言ったのに来なかったとかいうことになってしまう。その辺の観測体制の問題とか、専門家が言う感覚、市民が言う感覚というのは、きちっととらえておかなければならないと考えます。

⑤情報のあり方について

○松 井：震災があって、テレビ等で情報と規制

という問題がたくさん出ています。北海道南西沖地震で大橋さんはいろいろご経験されたと思うのですが、今後の教訓になるべきことがありましたら、お願いします。

○大 橋：地震が起こってすぐ自分の家にかけてときには電話が通じましたけれども、もちろんその後は通じない。それで役に立つなと思ったのが、私ども開発局のマイクロ無線です。地震発生してすぐ本部へ行きまして、そうこうするうちに各出先も自発的に集まっていて、それでパトロールが開始されたのです。そうしたら、パトカーとそれぞれの出先の事務所等の無線のやりとりが本部でも聞こえるのです。非常に緊迫したやりとりが同時に聞こえる。NTT回線ではそんなことは全然できないですから。それで開発局独自のそういう**多重無線がすごい有効なものだな、すごい強力なものだな**というのを実感しました。そのときにあったのは、津波が来るということで、通行止めになっているけれども、道路の点検はできていない

ので、点検すべきかどうかというやりとりを、パトカーと現場の事務所との間でやっているのです。それを聞いていて、もうやめろと即座に言いました。そのまま点検に行ってしまうのは2波、3波の津波が来て巻き込まれる危険がある。**道路の点検と、パトロール要員の人命を考えたら人命の方が遙かに重い**わけで、それで咄嗟にやめなさいと言ったのです。もし無線のやりとりを聞けなかったら、どうなっていたかなと思うと、情報の重要性というのを逆の意味合いで実感しました。だから、何らかの手段で常に情報を持っていないといけない。

それから、今回の神戸もそうですけれども、南西沖のときに、テレビ情報含めて、奥尻の情報が入らなかった。しかし、**情報の入らないところに被害がある**。今回の神戸もほとんどテレビとか何か見ている共通しているなという感じがします。情報がないから被害がないのではなくて、情報がないところに危険があるという気がしています。

2. 震災被害の特徴

①交 通



桑田雄平氏

(北海道開発コンサルタント)

大都市周辺に必ず代替空港は必要です

“神戸市出身で今回御実家が被災”

○桑 田：交通の話の前に、全般的な印象を申し上げますと、被害の大きさというのは、確かにびっくりしました。印象に残っていますのは、被害

の域が割と狭いということ、これはもう入っていく中で直感的にわかりました。飛行機で伊丹における段階で、大阪は普通にネオンサインが全部ついているわけですから、これは全然やられていない。それから自動車でどんどん東の方から神戸に入っていく段階で物すごく被害が大きくなっていくので、外から入ってくるものは非常によくわかります。一方、中の中ものは、被害域は物すごく狭いというのは余りわかっていなくて、前にNHKのテレビでもやっていたけれども、神戸の病院でさばけない人たちを、本当は大阪に出せばかなり簡単に出したのですけれども、神戸の医師はほとんどみんな大阪も同じぐらいやられたらろうというふうに考えたということがありましたので、その辺の情報の問題というのはかなり大きいと思います。

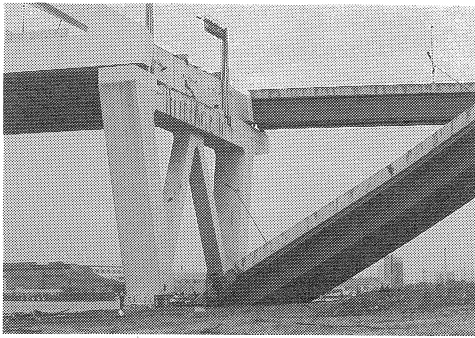


写真-4 阪神高速5号湾岸線

西宮港大橋アプローチの落橋

結局、被災者の方は情報は聞いていないのです。

こっち側はずっとテレビに釘付けなので、大体どのあたりがどんな壊れ方をしているかというのは、案外よくわかっている。ところが、何人かに聞きましましたけれども、中へ入っている人はみんな大体午前中は片づけたりするのに精いっぱい、停電していますからテレビがない。ラジオから情報を得たりはいるのですけれども、それでも、どれぐらいの影響域を持っているのかちょっとわかっていなかったみたいです。以上、被害域が非常に狭いということと情報の問題は非常に強く印象に残りました。

あと、私の方のメモは、交通機関の問題点ををアトランダムに挙げていって書いてあります。例えば航空機からいくと、これは非常に有利だったわけです。それから、**大都市周辺に代替空港というのが必ずいるなと感じました。**普通ヨーロッパの都市でも大体3カ所ぐらいあります。札幌は今丘珠だけなので、あの辺をもっとふやすかどうかという議論がありますけれども、**大体100万クラスの都市だったら、代替空港を三つ、四つ持っているというのは、防災的な意味も強いというふうな印象を受けました。**それからこの空路に代替ルートは非常にあるということ。これは、藤本義一氏がこういうふうに行動したらしいのですけ

れども、今、陸路が全部閉じられていますから、大阪～東京間、それから九州～東京間というのは、ほとんどが飛行機に頼ってしまうので、すぐそれが満杯になるわけです。そこで、ある人は大阪から沖縄へ飛んで東京ルートというように、大阪から東京へどうしても行かなければならなかった人が、そういうルートで実際は行けたということがあります。やっぱり飛行機はそういう代替制というのはかなり持っている。ただ、アクセスについてはいろいろな問題ありますので、これはまた後で議論しなければいけないと思います。

それから、鉄道の方は、これはもう線的なもので、1カ所が切れると全部ストップするということがあるのですけれど、情報はそれはわかりやすいのです。何電車はどこでストップしていますというふうなことがわかりますと、移動する者にとってはそれが頼りで、行動のベースになるということで、交通手段としてはリアルタイムでなかなかわかりやすい状況にあったと思います。1カ月後に行きましたけれども、災害復旧という意味でも、鉄道は周辺に用地もありますし、かなり集中的にそれに災害復旧を講じることができる。一般の道路は自動車を走らせながらということで大分不利なようで、こういう意味で鉄道の有利さというのが、出てきたのではないかと思います。

ただ、今回はたまたま地震の発生が朝方だったわけで、就業地へみんな動いていなかったということは押さえておく必要があります。これがもし昼間ですと、阪神間で60万トリップぐらいの断面であるといえますから、多分、片道で30万人ぐらいがみんな我先に家に帰ると思いますし、東京などですと数百万人がいっぺんに移動するというふうに思われますので、そういう問題はかなりいろいろ考えておかなければならないというふうに思いました。

それから、**道路の方は、やはり問題は情報だっ**

たと思います。先ほどからお話にありますように、国道は国道2号線ぐらしか生きていなかったというのが事実なのですが、その他の細街路では、やっぱり道幅が狭いということやガス漏れでほとんど使えなかったということがありました。これは、後で話題になると思いますが、**代替ルートの問題**が出てきます。

もう一つ大きかったのは、**交通規制の問題**だろうと思います。当然これも**地震直後の救急車**が走らなければいけない、**消防車**が走らなければいけない時期と、それからその後の本格復旧の時期ということで、その規制する車なども当然変えていかなければならないという、かなりソフトウェアで難しい問題が残ったと思われます。あと、自動車の方は、やっぱりマイカーが物すごい量でして、地震直後10時間目ぐらい、これは双方向なのです。神戸から逃げ出した人間は、あのときは大量輸送機関を使えなかったので、つかみですけども、二、三十万は逃げたと思われます。それはほとんど大阪の方に向かって逃げて、また姫路の方に向かって逃げていく。ただ、我々みたいに家族がいるものはみんな中へ入ろうとしているわけで、それもまたすごい量がある。これを本来は全部規制すべきだというのは、私も正論だと思うのですが、**実際問題それを完全にシャットしたときに、救援の手**というのは各家庭には届いていか

ないわけなのです。もしくはこれがお父さんが会社に行っていて、家族が埋っていたらお父さんしか助けられないというようなことがあったと思うのです。そういう一般車両を全部規制するというのをやると、かなり被害がふえる可能性があるし、また二、三十万人という本来は逃げた人間があの中にとどまっていたという問題があって、**救援物資**などもそれだけ多くなる必要はあったと思うのです。その辺の問題をどう処理していくかというのは、ちょっと私も結論は持っていないのですが、なかなか根が深い問題だなという感じがしました。

○高 宮：私が神戸を視察したのは、震災2週間後の2月7日の一日だけでしたが、道路を専門とする立場から、私なりに感じたことについてお話をさせていただきたいと思います。

震災後、新聞やテレビの報道等で、想像を絶するほどの被災状況であることは知っていましたが、やはり実際に自分の目でその被災状況を直視したいと考えていました。今回、その被災調査の機会を与えられ神戸を視察したものです。

道路について見ますと、平面街路での被害状況はまれで、ほとんど大きな問題はなかったと言えるのではないかと思います。被害が大きかったのは高架道路であったという印象です。

私は、もっと道路にも、災害的なものがあるの

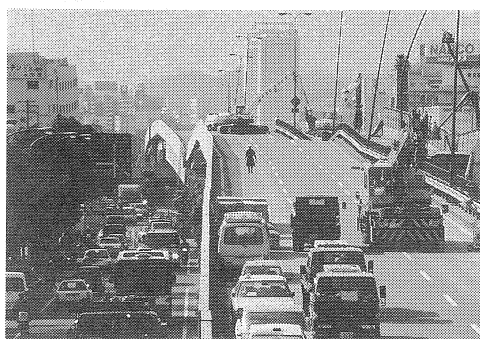


写真-5 被災3日後の交通渋滞



写真-6 被災後はオートバイの走行が目立つ

高宮則夫氏



(札幌市建設局)

この時期、零度を下回るような北海道・札幌であったならばもっと被害が発生していたはずで

ではないかと思ひ、市内を相当歩いて見ましたが、倒壊した家屋によって、道路を塞がれてしまっているという光景を除くと、ほとんどの幹線道路では問題がなかったと感じております。その後、まとめられた調査報告などを見ましても同じような報告がされていました。

私は、国道2号、43号沿いに状況調査をしたのですが、驚いたのは地震後の道路の交通渋滞の凄まじさでした。緊急車両やマイカー、運送車等で想像を遙かに上回るほどの渋滞状況でした。特に、車両の中に緊急という許可書をつけている車が余りにも多いのに驚きました。こんな状況で、車は1時間当たり600メートル位しか進めないとのことでした。

このことから、地震後の交通対策というのが非常に大きな問題であると強く感じたところです。

それと、神戸のまちの発展というか、街の構造というものが、東西方向に開けているため、当然幹線道路も東西方向に配置されています。これら物流の動脈である幹線道路が、今回の地震により分断されてしまいますと、まさに神戸の息の根を止められることとなってしまいます。

このことから、都市においては環状的な道路の整備というものと、これらを相当強固なものにしておくことが非常に重要であると感じました。このために今後は、道路や構造物の重要度に応じた序列化を明確にして、計画的な整備をしていかなければならないと考えています。

また、国道の沿線の住宅街に入りますと、何か

地域というのが一瞬にして、木端微塵になってしまったという感じがしました。まさに町内会が丸ごとつぶれてしまったという感じです。そして倒壊した家屋の多くが道路を塞いでいるのを多く見かけました。これは住宅地の一戸当たりの敷地面積が少ないことが原因であると思います。このことは札幌、北海道とは大きく違うところと感じました。また、今回の大地震が札幌において起きたと考えますと、神戸では地震の二、三日後にも多くの方が救出されましたが、季節的に1月中旬であることを考えますと、零度を下回る気候のなかでは非常に厳しい状況であり、被害の程度はもっと大きく、違ったものになったのではないかと考えます。

今までの防災計画というのは、季節的なことは意識しないで、一般的にどこにでも通用するようなものでなかったかと思ひます。このことから、もし、冬に起きたらどうなるかを真剣に防災計画のなかで考える必要があると思ひます。

私ども行政に携わるものとしては、災害に強く絶対的に安全な都市というものをつくることは不可能だと思っております。私どもが目指す都市像というものは、住んでいる市民が安心して生活できる街づくりというものが、今後の課題ではないかと思っております。



写真一七 神戸三宮地区

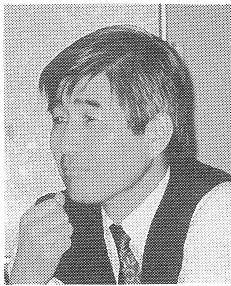
被災4日後の市街部の交通渋滞

②ライフライン

○高橋：ライフラインは、近年どんどん施設が地下に入れられつつあります。まず上下水道・ガスなどは最初から地下ですし、電気・通信施設もだんだん地下化になってきております。一方で、地下の構造物が地震時にどんな動きをするのか実際は、ほとんどわかっておりません。例えば下水道で言いますと、地盤と一緒に動くので基本的には安全だと言われていたトンネルなどもつぶれてしまいましたので、恐らく下水管なども同じようなことが起こるのではないかなという心配はしております。

ただ、新聞等で見ますと、やはりパイプとパイプの接続する部分が一番弱くて、ほとんどそういうところで分断されている。それとパイプとポンプ場なり浄水場、処理場等の施設が、接続する部分が一番弱く、壊されてしまっているというのが被害の状況です。

日常生活をサポートするということでのいろんな必需品を、電気にしろ水にしろ送っていますけれども、それが意識しないで使えるということを公共のサービスの一つと考えておりましたので、それが途切れたときのパニックは、相当大きかったと感じています。水道の場合ですと、水がないために消火ができず、延焼を防ぐことができなかったですし、病院などでもストックの水が不足して、緊急手術にも支障をきたしたという話が出て



高橋徹男氏

(札幌市下水道局)

各ライフラインの中でも、耐震型のシステムを採用したものの被害は少なかったようだ

います。ライフラインの整備はそのあたりのことも十分考えていかなければならないと考えます。

対応策としては、例えば水道ですと耐震型の継ぎ手で接続されたパイプというのはほとんど被害がなかったという報告がなされていますので、そういうものを使ったシステムを考えていけば、より危険の少ないシステムができるのではないかなと考えます。

それと、下水に関しては、緊急性という認識が足りないものですから、当初新聞などでもライフラインという言葉の中には、電気、水道、ガスしか含まれておらず、下水というのは言葉が出てきたのが、たしか1週間ぐらいたってからです。一般市民から水道が復旧されたのにトイレが使えないとか、そういうような不満があちこちで出てきて、初めてライフラインの中に下水道というのが認知されたという経緯があります。つまり、ごみと同じように緊急性はないのですけれども、復旧がかなり遅れると、後々いろんな影響が出てくるということでは、水道と並行して復旧して行くことが必要であるといえます。

③維持管理について

○松井：今回も、先のノースリッジ地震でも補修を施していた施設は意外に壊れていない。ノースリッジのときも鋼管で巻いた橋脚のほとんど異常ない様であるとか、落橋防止でもPC鋼線を用いて実施しているものは落橋していないといった事実があるのです。多分新しいものについては、これから結構いろんな配慮をしていくと思います。既設の構造物に対するそういう補修であるとか、あるいはメンテナンスとも絡んでくるのですけれども、その辺は高宮さんどうですか。札幌市の中でも大分そういう話題にはかなりのぼっていると思うのですが。

○高 宮：阪神大震災後、各新聞社などが自分の街に地震が起きたらどうなるかという特集が随分とありました。その中に「もし札幌に起きたら」というのがありまして、道路や橋を管理する行政側として対応に随分苦慮した事があります。

私どもとしては、今後、今回の阪神クラスの地震に対してどのような対応をとるのかは、今回の地震の詳細な調査分析が出されていない状況では、まだ具体的な政策や方針を出す時期には至っていないと考えております。

今後、国などの検討の結果、構造物などに何らかの補強が必要となれば、それらの改善を早急に行うことになります。今の段階ではまだそのような方針なり、また国からの指示も出ておりませんので、それを見守っているところでございます。

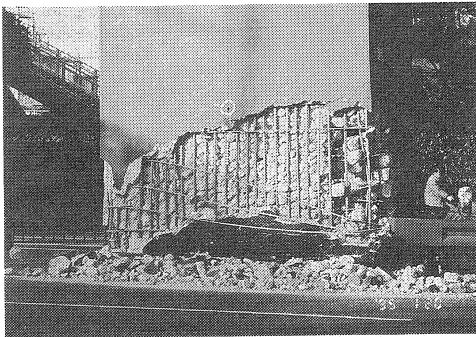
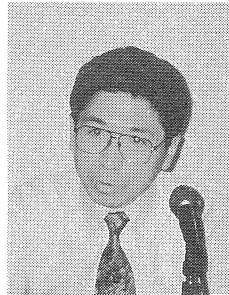


写真-8 阪神高速3号神戸線

RC橋脚付け根のコンクリート剝離

○花 田：今の維持補修のところで、構造的なことから申し上げます。少なくとも昭和55年以降の仕様書でやっているものについては、基本的には余り被害がなかったということと、それから補強の方法としては、橋脚に鉄板を巻く方法がありまして、阪神で約100本くらいやっているそうです。ただ、今回震災を受けたエリアでは、5本くらいしかなくて、ほとんど大阪とか山の方で残り95本が行われていた。今回地震の洗礼を受けたのは5本だけだったのですが、鉄板を巻いて

いた為に、今の段階では被害が見当たらないそうです。



花田真吉氏

(北海道開発コンサルタント)

少なくとも昭和55年以降の仕様書で設計されているものの被害は少なかったようだ

このことから、今現在行われている補強設計は、今のこれだけの予想を上回るような地震に対しても対応できるような設計であることが証明されたということがいえるようです。

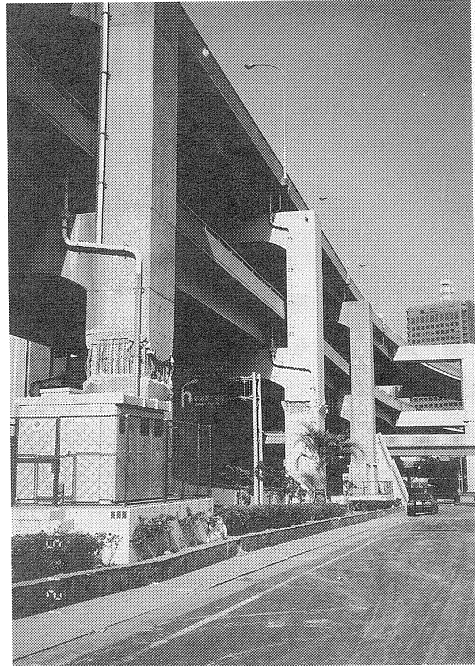


写真-9 門型ラーメン橋脚の柱部分が規則的に被害を受けている

○能 登：この前道路公団の試験所の人と話したのですけれども、ビルがばたばたと壊れたので、マスコミは全部そちらに行ったのだけれども、本

当は高速道路もあっちこっちひどくて、走ることはできるものの、ピアはほとんど全部傷が入っていて、補修が必要なようです。先ほど言ったように見えるところは鉄板を巻いたりして補修はするけれども、地中の基礎杭のような見えないところが不安なのだ。超音波で損傷部を測定する技術はあるのですけれども、まだ精度が悪いのです。本来超音波のねらっているのは、どんな形状でどの深さまで亀裂があるかと調べることなのですが、それはまだまだ技術が手についたばかりで、目に見える形でわかるところまでは行っておりません。一番いいのは掘って調べることなのだけれども、何千本も掘るわけにいかない。



写真-10 阪神電鉄鉄道高架の崩壊

○奈 良：今回でも地下構造物はだいたい大丈夫だったと言えるのではないのでしょうか。地下鉄の駅で大きく壊れたのがありましたが、地下の方が有利だったと一般的に言えると思います。

○高 宮：私は現在、札幌駅の北口広場において地下構造物である駐車場や融雪槽の建設を担当しております。今回の震災では、駐車場などの地下施設では意外なほど被害は少なかったと聞いております。このことから地下構造物に自信を持ったのですが、最近の調査結果がでてきましたら、確かに外見上は構造物に問題はなかったのですが、設備関係において被災を受けているため、結果的には使用できない状況があったということ聞き

まして、今後これら設備関係の損傷状況について

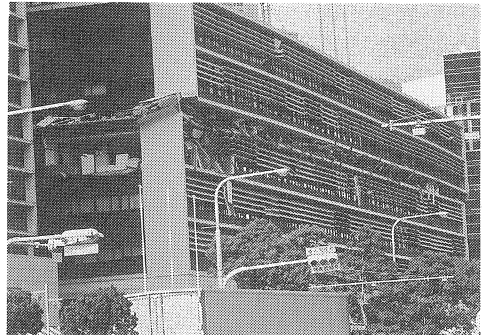


写真-11 神戸市旧庁舎の中間階の圧壊
もっと情報を集めたいと考えております。

特に中心部のビル等の被災状況を見ますと、ビルそのものが破壊されているため、設備関係の被災状況の調査はほとんどされていないようですが、地下駐車場や下水処理場のように外見的には何ら問題はないのですが、機能的にはまったく働かなくなってしまった施設等の被災調査結果を待って、今後、私が担当している北口広場の地下施設の設計に生かしていきたいと考えております。

○能 登：あとの話にも関係するのですけれども、例えば港屋さんは立派な岸壁をつくることは可能だよという話をされます。金をかけて作った耐震岸壁については、今回ほとんど問題ありませんでしたから、それは可能なのだけれども、そこにわたる橋は全部壊れたのです。岸壁だけ残っても岸壁に行けないわけだから、関連施設の耐震設計を一齐にやってほしいというわけです。そんな話を港、運輸省の人がしていました。

○高 橋：地下の設備系ということでは、下水処理場がほとんど地下構造物になっていまして、沈殿池などに亀裂が入って水漏れし、電気がショートしてしまって、設備がほとんど動かなくなってしまったというケースがありました。

それと、トンネルという視点で見ますと、神戸では、下水管そのものが破壊したということとはな

いようです。推進管だとか、ネジがしっかりしていないようなところはずれだとかの被害はあるのですけれども、躯体そのものが壊れたということはないようです。シールドはほとんど何もなかったようです。

ですから、地下の構造物自体は壊れないだろうというふうに考えても、僕はいいと思うのですが、**施設の方は、かなり大きな構造物ですからずれに対応できる工夫をしておいてやらないと浸水などで設備系が全部マヒしてしまうのではないかと**いうような感じがしています。

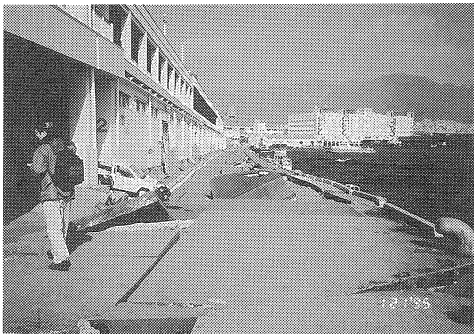


写真-12 神戸ポートアイランド岸壁の被害

○**奈 良**：共同溝のことですけれど、新聞報道で、共同溝の半数以上が損害を受けたということで、私は驚いていましたが、この共同溝、PCとRCと二つあるわけです。新聞報道に出ていたのは、恐らくRC構造物だと思うのです。RC構造物に、変状やひび割れが入っていて、PC構造物についてはほとんど被害がなかったと、私自身独自の情報ではそういうように承知しております。

○**二ツ川**：可撓（とう）性のジョイントが入ってものに被害が少なかったという話を聞いていますけれども、札幌周辺の場合にも、地盤の圧密沈下に追随するという意味で可撓管を使っています。あれは地震のときに何か役に立ちそうですか。あのようなものでは全然だめですか。

○**高 橋**：神戸にポートアイランド処理場という

のがあるのですが、ここは、被害がほとんどなかった処理場なのです。一つ、二つ考えられることは、躯体とパイプの継ぎ手に可撓管を使って、大体1.5メートルぐらいまでのズレができて耐えられるようになっていたというのが一つです。

それから、各施設全体を幾つか、三つか四つぐらいにブロック分けして、個々に独立した基礎構造にしていたうえ、それぞれに落差ができたとしても、それぞれの施設は可撓管と接続させておくというようなことをやっていましたが、実際にはほとんどずれがなくて、そのままおさまっていたという事です。もちろん前処理として地盤改良として、液状化防止の対策は相当講じていたらしいのです。それにしても他の処理場が大分やられたのに比べ、そのところだけはほとんど被害がなかったという対象的な話を聞いています。

○**花 田**：今回の地震は、活断層に起因する直下型の地震ですが、札幌周辺、札幌市内での分布を見る限りにおいては、今のところは活断層というのは認められていない。これは洪積層、沖積層がかなり厚くて調べられないというのがありますけれども、少なくとも今の段階では、活断層そのものの存在は認められていないということが一つあって、多分直下型というのは今のところは余りないのではないかとようなことはいえるかと思えます。それから、今回の被害というのは基本的に全部高架橋なのです。札幌市の場合の高架というのは、道路公団の高速道路だけで、札幌市が所轄している道路、もしくは国道の場合は、全部平地、もしくは河川橋ということです。そういう意味で、道路を特に注意して見て歩いたのですが、ほとんど被害を受けておりませんでした。そういうことからいっても、札幌の橋は大丈夫かということについては、大丈夫ではないのでしょうかという感じは個人的には持っています。

3. 土質・液状化.....札幌市は？

①今回発生した液状化の特徴

○能登：資料を見て思ったのですけれども、秋田港とか新潟港というのは典型的な液状化しやすい粒度分布です。これよりも少し幅広く液状化しやすい砂の粒度分布範囲というのも分かっているのですけれども、これは従来液状化起こしてきたところを全部べたところ、こういう範囲に入りますよという例なのです。

一方、今回の地震というのは今までにない規模です。

先日、東大の石原先生が同じ話をしていました。従来の地震ではこの範囲だけれども、今回はそれを遙かに超える地震なので、液状化し易い粒度分布の範囲が当然違っている。逆に言うと、こういう地盤ですら液状化が起きる可能性があるのだということがわかった。つまり粘土が少々入っているところ、礫が少々入っているところ、普通はそういう地盤は余り液状化しないのですけれども、それすら液状化するほどの強い力だったということらしいです。

火山灰については、今まで北大の土岐先生が火山灰も砂と同様に液状化するはずだという話をし

ていまして、ただ不幸にもそういう現場にぶつからなかったというだけの話なのです。南西沖地震では駒ヶ岳の麓で大々の火山灰の噴砂現象がありました。それで、火山灰も砂と同様に液状化するのだということが分かりました。これまでは、海辺とか埋め立て地盤での液状化が派手に取り上げられて、またそういうところには火山灰がなかったのですが、台地での火山灰の噴砂現象というのが南西沖地震で初めてわかりました。

○二ツ川：神戸の報道の中で、まさ土が液状化したという話を聞いているのです。それで実態がどうかというのは、まだまだこれから確認が必要と思うのですが、まさ土だと岩盤が風化してきた土ですから、岩盤のときの構造が残っていて、いわゆる粒子の摩擦角だけでも持っているという構造ではなく、粒子と粒子がくっつけ合う力というのが別にあるという点では液状化しづらいのだろう。火山灰についてもそういう感じ方があったのです。火山灰でも2次堆積した、つまり流されて沖積地にたまった火山灰というのは液状化の可能性はあるだろうけれども、台地の上にある軽石流と言われている札幌周辺の火山灰、こういうのは流れたときの熱でもって粒子と粒子がくっつき合っているものですから、液状化はしづらいのではないかというふうに思っていました。しかし、粒として

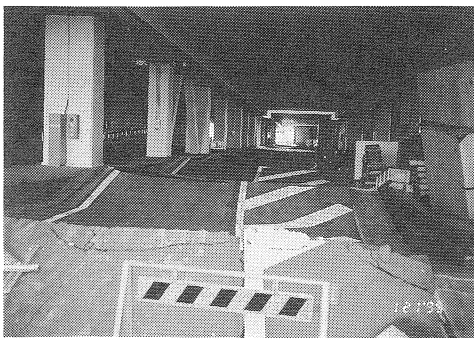


写真-13 神戸市ポートアイランド
液状化による港湾施設の被害



写真-14 西宮港大橋付近
埋め立て地の液状化

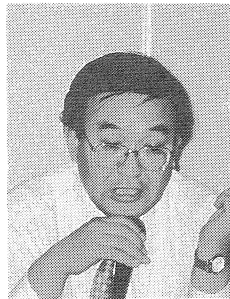
見たときは、火山灰とかまさ土とかというのは弱いのです。まさ土の風化していないところはまだ強い石英や何かが残っていますけれども、周辺の風化鉱物などは、粒として見た場合はそんなに強いものではないのです。今度の地震を見てみると、その程度の粒子の接着構造も壊してしまう、あるいは粒子自体も破砕してしまうというような震動が来たときにどうなるのかというのは、別な目で見ないとだめなのではないかなということを感じていたところです。

○花 田：液状化は、どういう地盤でも起こり得るという可能性があるということで、今後指針の見直そうという動きはあるのでしょうか。

○能 登：すべての土は液状化する可能性がある、どんな土でもそうだということがわかったのですけれども、従来の設計指針を大幅に変えるというのは、後の問題にも響いてきますので、それほど変わらないだろうと思います。

○松 井：少なくとも通常の設計と、特殊構造物の設計と二つに分けて構造物を設計しますが、通常の仕様書の範囲内でやるものについては、従来どおりやっていきます。あと長大橋とか特殊な構造物、特に今回気になったのが西宮港大橋で、アーチの横のアプローチスパンが落橋した、あれは流動化に伴う側方移動の影響があって落橋したのではないだろうかという、話もちょっとされています。そういう特殊な地盤、地形条件とかというところについては、何らかの通常の仕様書以外の考察みたいなものとかチェックとかというのは、設計の段階でも必要なのかなという気がします。

②札幌市の地盤と地震動



ニツ川健二氏

(北海道土質コンサルタント)

札幌市の地盤では揺れの大きさとマイクロな地盤の状況は非常によく一致している

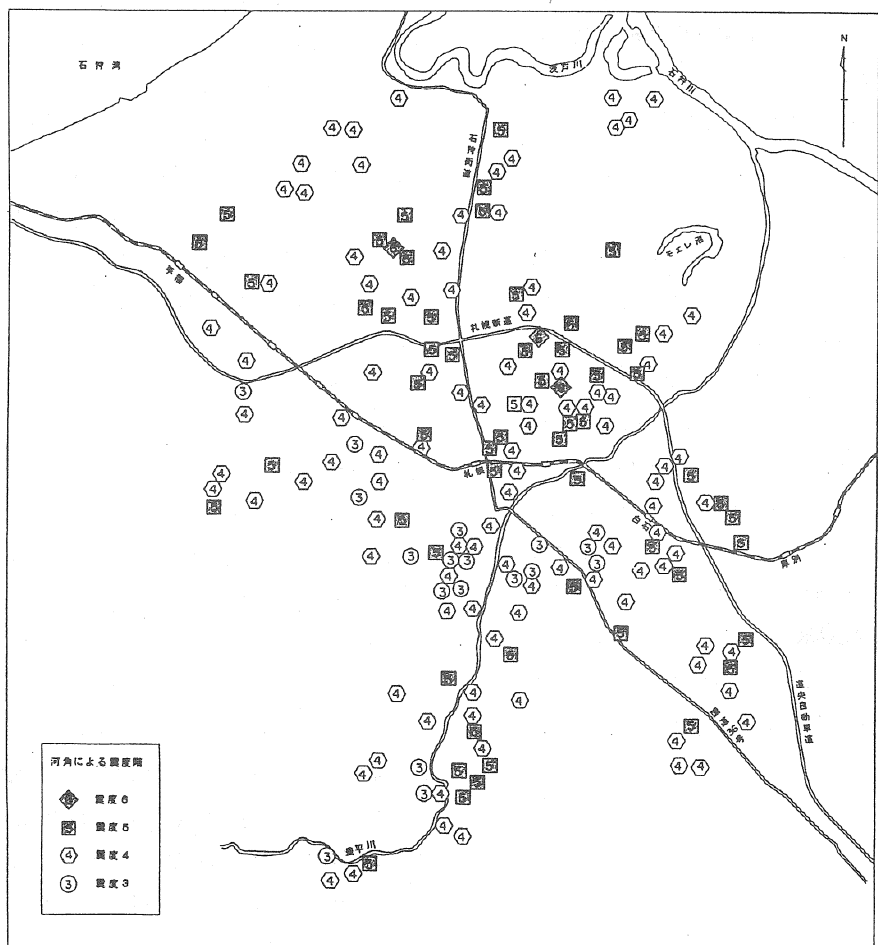
○ニツ川：さきほど阪神大震災で、どうして被害が大きかったのかということは、地盤との関連でいろいろデータがほしいという話しました。資料のうち、1枚目の図面は、去年刊行した札幌市の表層地盤図を簡単にまとめたものです。ポイントだけです。そして2枚目が、有朋高校の地学の先生が高校生を対象にして東方沖地震のときに震度階をどう感じたかというのを授業時間に聞き取りまして、それを全部まとめたものです。未公表の資料ですけれども、河角の震度階で6とか5とかというのは、強い震度を感じているところの分布を示したものです。

3枚目の図は南西沖地震のときに、北大の工学部の耐震工学研究室で、5,000人ぐらいアンケート調査したらしいのですけれども、どういふうに震度を感じたかということ、A、B、C、Dの4ランクに分けて、それで出されている資料なのです(ただし道新トゥデイの3月号でリライトしたものです)。この3枚の資料を見てみると、実によく地盤の条件と対応しているということが読み取れるかと思うのです。札幌市内で少なくとも言えることは、南部の扇状地や台地と北部の低地では震度階が1以上は絶対違うということ。だから、南の方の人が震度3と感じていたら北の人は震度4になっている。

さらに、北大のデータと比べてみるとよく出るものだなと思って見ていたのは、1枚目の図で白く塗ってある低地、後背湿地が、南の方に入り来んでいる厚別川の流域、それから、もう一本そのとなりの月寒川の支流の流域、こういうところにも白いところが入り込んでいます。簡単に言うと地盤の悪いところですが、たかだか数百メートルの幅なのですけれども、それが北大のデータと合わせてみると、その川沿いにBとかAとかというのがずっと入っているのです。このように、すごく細かいところまで地盤の状態と対応してく

ることがありまして、東京都の土木研究所などでは、これをもっと細かく割って、地盤条件をもとにしてマイクロゾーニングマップをつくって、東京で地震が起こったらどこが一番被害が出るかというのを想定した図面もつくっているのです。ですから、全体の都市計画を考えていくときに、避難場所をどこにするかとか、主要な交通網としてどこを押さえるかとか、そういうことが具体化してくる段階では、こういう地盤との関係をどう押さえるかということが重要になってくるのではないかと考えているのです。

高校生が感じた北海道東方沖地震の震度分布（1994年10月4日）



北海道有明高等学校教諭 森 裕氏の未公表資料による

○高橋：今、二ツ川さんからこのような資料が出されて、この辺が危ない地盤だとか浸水の危険があるとかを公の機関が公表するということは、少なからず抵抗があります。恐らく地価の問題が絡んでいまして、そんなことをやりますと土地という資産の評価替えをしなければならない。その評価によって企業がひっくり返るような場合も出てくる恐れがある。震災だとか浸水だとかに対する安全度ということに関しては、公の機関からの公表は今後もとされないのではないかなという気はします。たしか横須賀市で公表したはずですが、よくぞ公表したなという感じを持ちました。もう一つ、ライフラインに関してですが、震度5に対応できるということで施設はつくっていますが、物によってだめなものもでてくると思います。全市的に全部が損傷を受けるということは恐らくないだろうと思います。神戸などでも、長田だとか灘区だとか被災地は、ある程度限定されていますから、恐らく札幌もどこの限定された区域で被害を受けるだけだろう。そうすると札幌の場合には、回りの都市から救援は受けられるのではないかなという感じは持っています。

被害が起こった場合、その区域に対するサポートを考えるのがこれからの問題だろうと思います。壊れては困るもの、これについては相当金をかけて強固なものを作る必要があると思いますけれども、そうではないものについては壊れてもしようがない、後でサポートするのだというような割り切りも必要でないかなという気がいたします。

下水道の整備などで、浸水対策を講じる場合、被害とコストといいますが、便益とコストの関係で、どのぐらいの被害頻度まで対応できる施設を

つくるのかを考えます。一応下水の場合10年に1度の降雨を対象としていますが、河川は小さい川で30～50年、大きな河川ですと150年～200年という確率年です。安全率を高めると、そこに人や物が集まってきて、もっとコストのかかる施設をつくってもコスト的には引き合うことになり、際限なく続いてしまう恐れがありますので、ある程度のところで割り切ってしまうことも必要だろうと思います。私の個人的な感じは、人間が生きている間、例えば50年なり60年なり一度ぐらい浸水の経験した方がいいなと思っています。おじいさんの代に経験した災害を幾ら孫に話しても感覚としてわからないわけです。そうすると、実際に災害に遭ったときに自分の身も守れなくなってしまう恐れがあります。だれかが守ってくれるはずだという意識になってしまいます。その辺を考えていくと、みんなの合意をとらなければならないのですけれども、そんなに立派なものをつくらず少々の危険と背中合わせの状態で生きていかなければならないのではないかなと思っています。

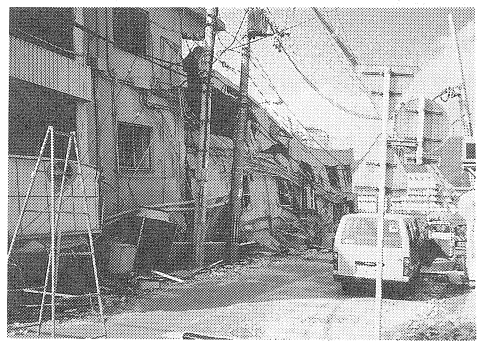


写真-15 神戸市住宅地の被災

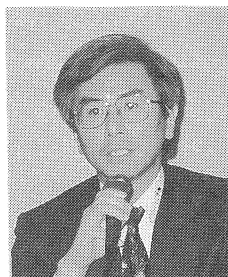
4. 社会資本整備のあり方

①被害の発生を前提とした街造りの必要性

○松井：今日は加治屋さんが見えておられないので、皆さんにこれだけは話して下さいというのがあります。一つは今の**社会資本の整備**というのは、**想定以上の災害が発生して被害が出てきた**ということは余り考えていない。それで、十分に安全につくったのだから、それ以上はないという論理なのだということ。実際的には、被害が発生したとき以降の備えを講じる必要がある。それを彼はバックアップの哲学という言い方をしています、要するに**中枢機能のバックアップ、地方分散も含めて1カ所がだめになったら全部がだめだ**ということは避けようということ。札幌圏についても同様で、札幌一極集中というものを避けなければいけないということ。それがピラミッド型からネットワーク型への転換、さらに**システム的にはハードウェアからソフトウェア、そしてユーザー、そうしたシステムづくりというのが非常に大切ではないか、**ということを出席できないが話して下さいということで、皆さんに先に報告しておきます。

○大橋：南西沖地震を経験してから地震の本などを見たりすると、耐震設計というものもそれなりに大事でしょうけれども、余りにも膨大な資産を持ち過ぎていますから、それを全部、どのような地震が来ても壊れないようにすることは事実上不可能に近い。とすれば、ある程度壊れても大丈夫なように国土を変えるしかない。そのことを元土木学会の会長の瀧山さんが土木学会誌に書いてるし、昨年8月に亡くなった通産省OBの電通総研所長だった天谷さんも、ある意味で似たようなことを書いているわけです。

そうすると、私は阪神大震災を契機に、この2人の考え方を日本の国土に具体化することが必要



大橋 猛氏

(北海道開発局)
耐震都市作り・防災都市作りだけでは不可能に挑戦しているようなもの

なのだろうと思っています。それを一言で言ってしまうと、戦後の高度成長は、**経済効率型を一辺倒で進んできたわけですが、これだけ豊かになった財産をこれから守るという方向に転換するとすれば、防災型の国土構造という方向に転換**

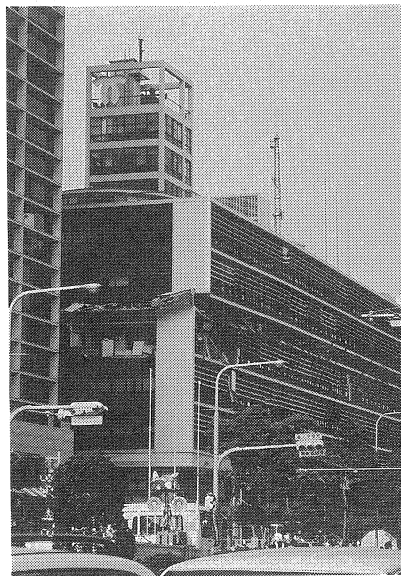


写真-16 神戸旧庁舎の崩壊と健全であった新庁舎(左)

すべきでないか。そうしたときに、先ほどの資料の中にも耐震都市づくりとか、防災都市づくりとかいっぱい出てくるのだけれども、耐震都市づくりとか防災都市づくりだけで国土づくりをやっていたら、それは不可能なことに挑戦しているようなもので、それを何とかするためには、やはり**国土をバランスよくつくるしかない。**そのキー

ワードとして地方分散だとか、首都機能移転だとか、それからループ型の交通、これはNTTが回線つくるときに全部ループ型でやっているそうです。要するに札幌から釧路とか、札幌から帯広の回線は2系統あるそうです。どっちか切れても、例えば帯広に行くときには日高回りと、富良野回りというようになっていて、どっちか切れても行けるようになっているそうです。ところが日本の基幹となる交通網の大半はそういうふうになっていません。今回の神戸の地震で新幹線もだめ、高速もだめという、そうしたときに行く手段がない、あるいはあったにしても、細いパイプしかないという、そんなことです。

そうすると**国土機能の安全率**という発想でいくしかない。例えば神戸の港湾機能が失われてしまったときに、**日本全体としての港湾機能をどうサポートするのかとか、幹線が切れたときにどういうふうに通をサポートし、全体として安全率を担保するのか**という、そういう発想です。個々の構造物の安全率というのは、それはそれなりに重要ですが、国土機能の安全率という観点から見ていく必要があるのではないのかなということです。そういう方向に持っていかないと、東京に何かあったときには、北海道にいてもあれば東京の地震だというように見ている場合ではない。

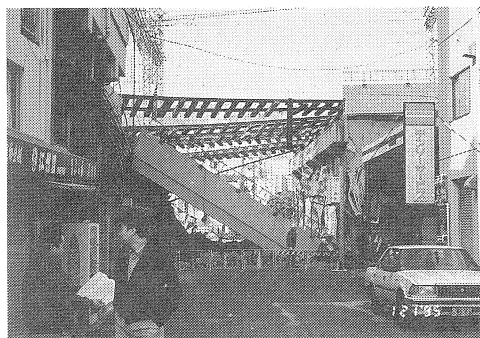


写真-17 阪神電鉄
落橋した道路交差橋



写真-18 阪神電鉄
鉄道高架橋の崩壊

多分ほとんどの人は、東京本社なり東京中心の諸官庁にぶらさがっていますから、日本中が物すごい影響を受けるだろうと、私は非常に不安に思っています。

○能 登：私は土木技術者として後悔しているのは、そして今回の地震で教訓を受けたと思っているのは、これまで一定の基準で耐震設計をやってきたはずなのに、**耐震設計やっているから壊れないという風に、短絡的にPRし過ぎてしまったという点**についてです。ただ、土木技術屋の仲間内では、当然のことながら、設計値以上の耐震設計の基準以上の地震が来れば壊れるわけでありまして、これを全然国民にPRしなかった、あるいは国民とのコンセンサスを全然得ていなかったといえるのではないのでしょうか。今盛んに新聞で震度7にも対応できるようにしろというのがありますが、震度7というのは400ガル以上で無限大なのです。こんな地震に対応するということは、地球が壊れても橋だけが残るとか、ダムだけが残るといような本来あり得ない設計なわけで、これは不可能な話です。ある程度の、例えば震度6程度、あるいは震度でなくて加速度で言えば600ガルとか800ガルとか限定さえつければ、それに対応できる構造物は技術的には可能だと思います。ただ、先ほども言いましたように、今回の断

層が1000年に一度だとして、せいぜい土木構造物は四、五十年もてばいい。それでもなおかつそういう断層に対して考慮していくとすれば、これはこれでおかしな話でないかと、私自身は思っております。



能登繁幸氏

(北海道開発局)

「温ものに懲りてなま
すを吹く」ことだけは
避けたい

それから、先ほどの国民のコンセンサスということと同じなのですが、今まで**公共事業をする際に、我々は、投資効果は一生懸命考えますが、壊れたらどうなるかという被害額との比較というのは実やっていないのです。**投資効果を検討する際に、その道路1本でできればどれくらい地域に貢献するかという事は考えても、壊れたらどうなるかということではやっていない。こういうことも考えていく必要があるなと思っております。ライフラインには従来道路という構造は入っていないのですけれども、構造物が壊れて、とにかく道路がないために消火活動、人命救助、それからいろんな復旧活動ができなかった。これはやはり道路さえしっかりしていればほかの港も鉄道も全部同じかもしれませんけれども、道路の重

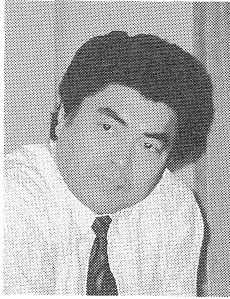
要性をつくづく感じております。

今後、どんな構造物をつくっていくかということで、今、建設省を中心に動いておりますけれども、すべての地震に耐えられるというものは絶対無理でありますから、最低限人間が死なない、構造物はかなり機能的に問題が起きるかもしれないけれども、人間は死なないということぐらいのところにおさまるのではないかと私は思っております。一番大事なのは、**国土の機能分散とか、あるいは壊れたらどういうふうに直すのがいいのか**というような点であって、今までそれがなかったのです。造ってしまっただけでありまして、では、それが壊れたらどういう被害が予想されて、それを迅速に復旧するにはどうしたらいいのかというようなことが今まで検討されていなかった。これをやるべきだと考えております。

「温ものに懲りてなますを吹く」と書いていますけれども、やたら震度7という数字だけがひとり歩きして、そうだそうだと震度7にも耐えられるべきだというようなことは、今たまたま地震ですけれども、洪水が起きれば、今度は洪水に対してということになるわけです。台風が起きれば台風に対してなるわけで、マスコミの言動に国民が踊らされている感じがするのです。

もっと、例えば景観も大事なわけです。防災も大事、あれも大事、これも大事、その辺の比べ方が大事になってくると思います。そういうことを今感じております。

②情報システムの構築



安江 哲氏

(北海道開発コンサルタント)

災害をバックアップするための各種データベースが必要である

○安江：私は、平成元年から3年弱神戸にいた経験があります。今回は向こうからの情報だけで、実際には見ていません。いろんな知人がいますので、向こうから一方的に情報が集まってくるわけですが、東京の方から、建設機械と重機関係を送るよという話が多いのです。業界ですから、当然建設省も含めてです。しかし、実際には関西の持っている重機で十分間に合っているわけですから、バックアップするよと言いながらも、関西の建設業界でどれだけの、そしてどのような機材を必要とするかのデータベース化ができていない。隣の岡山とかそれから大阪・和歌山から集まってくれば、今の神戸を復旧するための重機関係は関西で十分賅えるらしいのです。それをもうとにかく上の方から重機関係を送るとか、そういう一方的な情報が来て、それに対処するのに相当時間がかかるという、その辺の行き違いに非常に悩みがあったという話を聞いています。

次に**文化の話**なのですが、三ノ宮とか、神戸には、貴重な文化遺産などがいろいろあるわけで、果たして立派なビルで復興したことによって、神戸市民というか、兵庫県全体がそうなので、すけれども、歴史的・文化的なものを新しいものに取りかえてしまうことは、いいのか悪いのかという問題があると思うのです。僕は、育ってきた

中での生活者として、印象深い建物というのはいっぱいあるわけです。それを新しいものではなくて、それに似合ったものをきちっと造って行って欲しい。思い出の場所というのは、非常に文化的に大事なので、何でもかんでも新しくするのはちょっと首をかしげるのです。そんな形で、街の景観、きれいな景観でなくて、元どおりにするものは元どおりする努力も僕は必要だなと感じています。

そうではない長屋は新しくしてもいいと思うのですが、貴重な**明治時代につくった石づくりの銀行とか、それから元町の居留地だとか、メリケンパークの、明治時代からつくり上げた遺産は残しておきたい**という感じはします。

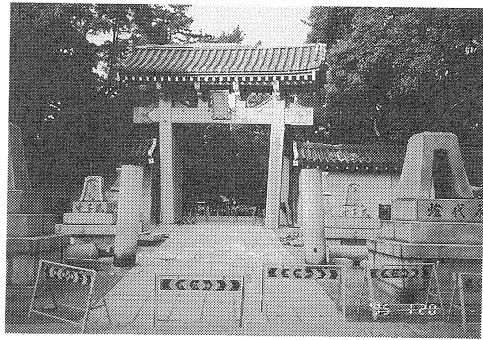


写真-19 西宮神社の被災

○奈良：地震が起きて死亡者だとか行方不明者の数というのは、今まで1日かあるいは数時間でほぼめどがついていたわけですが、今回はだんだらと何日も続いたのが皆さんご記憶にあると思うのです。1月17日に地震がありまして、このとき夕刊で430人と発表されましたけれども、18日朝刊では1,000人ぐらいになりまして夕方には1,600人、19日には2,900人ですか。それから20日では4,000人と、ずっと1,000人単位でふえていった。21日からはほぼ500人単位ぐらいでふえていきましこれはやはり全体の状況というのが把握されてい

なかったということで、先ほど加治屋さんのレポートに、情報システムの構築というのがありましたけれども、まさしくそのとおりではないかと思えます。

て、1月24日に5,000人を超えていった。



奈良義明氏

(北海道開発コンサルタント)

異なる通信システムを併用したネットワークの構築が必要である

興味深いことでは、大阪から神戸の情報システムというのは、阪神高速道路で光ファイバーを敷設しているわけですが、これは国内で最初に長距離画像伝送を送ったところなのです。今までどちらかといいますと有線である光ファイバーに頼ったネットワークづくりをしてきたわけですが、やはり無線の充実というもこれからは図るべきだと思います。ですから、2系統というのは、先ほどお話出しましたが、例えば一般回線と専用線だとか、あるいは有線と無線、それから衛星通信、こういったような異なる通信手段をもう少し併用して構築していく必要があるのではないかと考えております。

○桑田：都市計画での立場でどうするかという視点で申し上げますと、割とヒントになりますのは、都市計画学会も阪神・淡路大震災緊急特集号というのも出していて、その中で割とハード的には集約されたことが言われております。一つが防災軸をつくらうということで、緊急時にも耐え得るような、ライフラインも含めて周りも防災化したような道路、そういうものを、例えば神戸

の場合ですと東西方向では3本ぐらい、南北方向にも数キロに1本ぐらは軸をつくっておいて、当然火災はそこでとまる、ライフラインもその軸では最低限に生きている。そのブロックに挟まれた中というのは、個々にはつぶれるかもしれませんが、そこのライフラインのところまでは少なくとも生かしておくような、そういう防災軸のはぜひ必要だろうと思います。

もう2点目は、先ほども出ていますような道路、それからライフラインの代替ルートを持っておくということだと思います。

3番目が、防災拠点。これは人が逃げ込むというふうな意味での防災拠点でもありますから水が確実に得られる、緊急医療が受けられる、そういうふうな施設的な防災拠点をつくる。

4番目が防災街区の構築です。多分手法的には区画整理しかないとと思いますが、これも時間がかかるので、後のソフト面での街づくりのしくみの作り方とか、税制だとか、すべて私的な財産にまで及ぶことなので、その辺をどうしていくべきなのかは、ちょっと想像もできないような大変な事業であるといった感じがあります。

討論を終えて

北海道技術士センター会誌「コンサルタンツ北海道」は、8名の広報委員で年4回発行しており、2月にもたれた編集会議では、やはり次回は阪神大震災を特集しようということになりました。

釧路沖地震、北海道南西沖地震と連続的に本道を襲った大型震災に引き続く震災だけに、少なからぬ会員がただちに現地に向いていたこともあり、阪神大震災の教訓を共有化し、本道における防災型都市創りへの機運を一気に高めようというねらいもありました。

当日の討論は、地震のメカニズムから文化遺産の再生まで広いジャンルにわたり、概ね重点ポイントを網羅できたのではないかと考えています。また、本道における震災対応について、指導的な役割を果たしてきた行政担当者からの、経験に基づく貴重な提案を得ることができ、今後各方面で検討・提言を行ってゆくに当たってのひとつのステップにもなるかと思えます。以下、いくつか印象に残った提案をまとめておきたいと思えます。

- ピラミッド型からネットワーク型への転換
- 神戸の港湾機能が失われてしまった時に、日本全体としての港湾機能をどうサポートするのかといった、国土機能の安全率という発想

柴田 悟（本誌編集委員）
パシフィックコンサルタンツ（株）
技術士（建設・応用理学）

- 耐震設計の基準以上の地震が来れば、土木構造物は崩れるわけで、崩れたらどういふ風に直すのがいいかといった発想
- 壊れたから新しく創り直すだけではなく、歴史的なもの・文化的なもの、そして景観を元通りにする努力

その他にも、貴重な提案が数多くあり、次項で提案されている「防災研究会」の活動に活かして行きたいと考えております。

最後になりますが、本座談会記録は、膨大な量のテープ起こしファイルから、20数ページへの圧縮を余儀なくされたため、編集段階で相当量の発言の簡略化や省略を行っております。この点につきまして、各発言者からの確認はいただいておりますものの、内容的に伝わりにくい点があったとすれば、それは編集者の責任に帰すべきものであることを改めて申し添えます。

防災研究会の発足

先の第30回北海道技術士センター定期総会において、「阪神大震災」を教訓として、道内の災害を最小限に食い止める防災体制のあり方、防災型国土のあり方を探り諸課題を研究する「防災研究会」を設立することになりました。

「防災研究会」は技術士相互の情報交換をはじめ、年に数回札幌及び各地において官民一体の選出委員（技術士）により研究会を開催し、今後の北海道における防災意識の向上、防災計画の提言などを行うものです。

この5月29日（月）第1回発足総会を行い、各専門部会をベースに今後の活動を活発にしたいと考えております。なお、興味のある方は文末の幹事迄御連絡下さい。

〔設立の趣意〕

1月17日未明阪神地方を襲った大地震は、地震を忘れかけていたこの地方の人々を、まさに叩き起こすように発生した。

北海道でも、ここ2年間の間に3つの大地震に見舞われ、次の地震に対する防災体制が整わないうちに発生した阪神大震災は、我々北海道の科学技術者に対しても“早く目を覚まし、災害に備えよ”と忠告しているかのように思える。

阪神大震災では、今までの常識では考えられなかったような新しい事実が沢山発生した。

地震の規模に比べて、あの被害の大きさは？都市機能とはあんなに脆いものなのか？活断層と被害分布のずれの原因は？情報伝達システム、交通システムはどうなっていたのか？構造物のあの破壊のメカニズムは？災害救助の始動はなぜあんなに遅れたのか？ライフライン回復の遅れは？……など数え切れないほどある。

いま、阪神大震災の教訓を踏まえ、その教訓を北海道に置き換え、科学技術者の集まりである北海道技術士センターの会員でこれらの課題を研究、究明し、北海道の災害を最小限に食い止める防災体制のあり方、ひいては防災型国土機構のあり方などを提言できる組織を目指し、「防災研究会」を設立した。

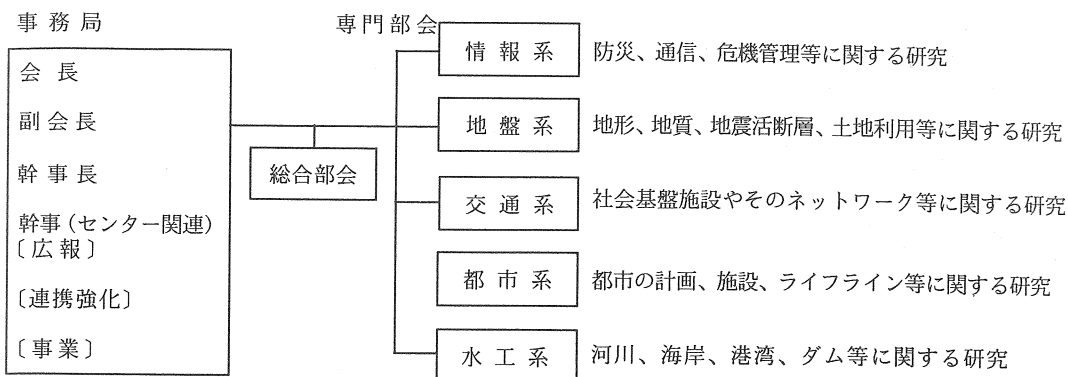
〔防災研究会の活動方針〕

1. 目的

科学技術者の集まりである北海道技術士センターの会員で、防災に関する諸問題を研究し、北海道の災害を最小限に食い止める防災体制のあり方、更には防災型国土のあり方などを提言することを目的とする。

2. 組織

- ①組織は以下のとおりとする。
- ②事務局は会全体の運営事務を行う。
- ③専門部会は、防災に関する各々の部会の専門事項を研究する。
- ④総合部会は、専門部会の関係及び調整及びとりまとめを行う。



3. 活動内容

- ①防災に関する情報収集及び研究活動を行う。
- ②技術発表会、シンポジウム等を札幌及び道内各地にて行う。

第1回 防災研究会の発足総会

日時：平成7年5月29日(月) 14:00~17:00

場所：第1ワシントンホテル3F「ラベンダー」

札幌市中央区北4条西4丁目 TEL (011) 251-3211

特別講演

I. 「北海道南西沖地震～阪神大震災を考える。一防災国土構造へ転換を～」

建設部門 大橋 猛(北海道開発局情報管理室長)

II. 「兵庫圏南部地震における活断層調査とヘリコプターの役割」

①活断層の空中(放射線・磁気)探査について

(株)エースヘリコプター

空中探査技術研究所長 奥野 孝晴

②ヘリコプターの役割と今後の災害に向けて

同 運航部技術審査課長 似内 陽一

連絡先 (株)開発工営社 企画調査室長 松井 義孝
 札幌市北区北7条西5丁目 札幌北スカイビル
 TEL (011) 709-3666 FAX (011) 709-3777