

平成26年度
神戸の減災研究会「あの時」

2015.1.22

神戸JIBANKUNの活用事例と その後のわが国の 地盤データベースの動向

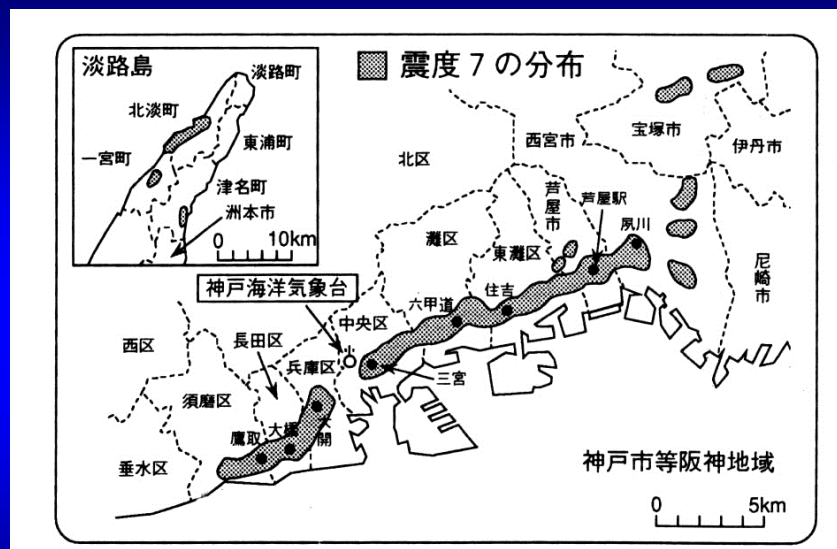
神戸大学名誉教授
沖村 孝
一般財団法人 建設工学研究所

1995年阪神・淡路大震災

- 死者・行方不明者：6,434名
- 負傷者：43,792名
- 家屋の全壊：104,906棟
- 家屋の半壊：144,274棟
- 被災した橋梁：320箇所
- 被災した道路：10,069箇所
- 被災した河川：430箇所
- 被災金額：約10兆円
(当時の国家予算の1/7)

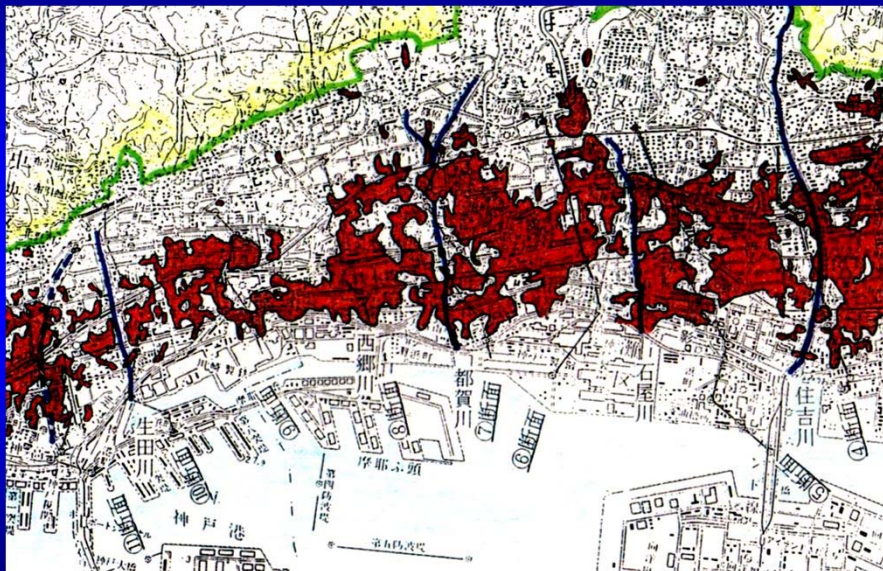
地盤情報データベース 「神戸JIBANKUN」の構築

Distribution of Structures damaged by the Kobe Earthquake



震度7の分布
(気象庁発表)

超震度7と名付けられた被災分布



財団法人 建設工学研究所

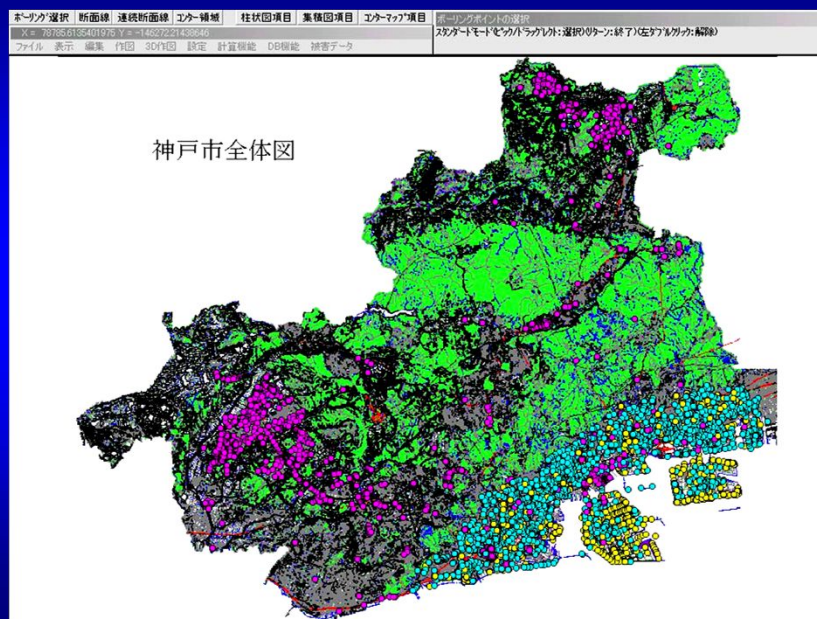
神戸JIBANKUNの構築

- 1995年9月「神戸市地盤調査検討委員会」発足(委員長田中茂 神戸大学名誉教授)地質調査データの収集と整理の提言
- 平成7年度～平成9年度、既存の調査データの整理、地震後の各種ボーリング調査データ、地盤調査データ収集
- 当時としては最新技術であったGISを活用した地盤データベース「神戸JIBANKUN」の構築(地盤情報、各種被災データ、地形・地質データ)、当初のボーリングデータは神戸市所有の約4,000本であった。

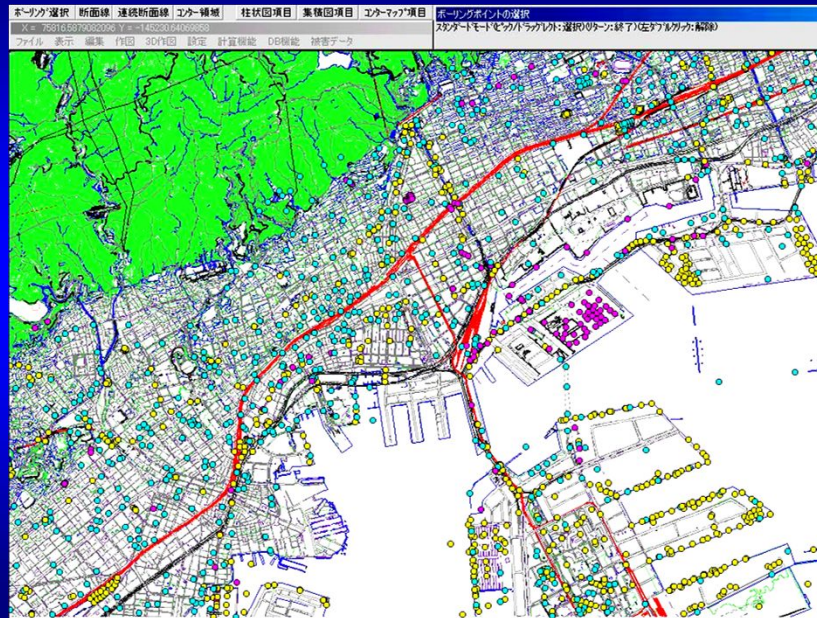
神戸JIBANKUNのトップ画面



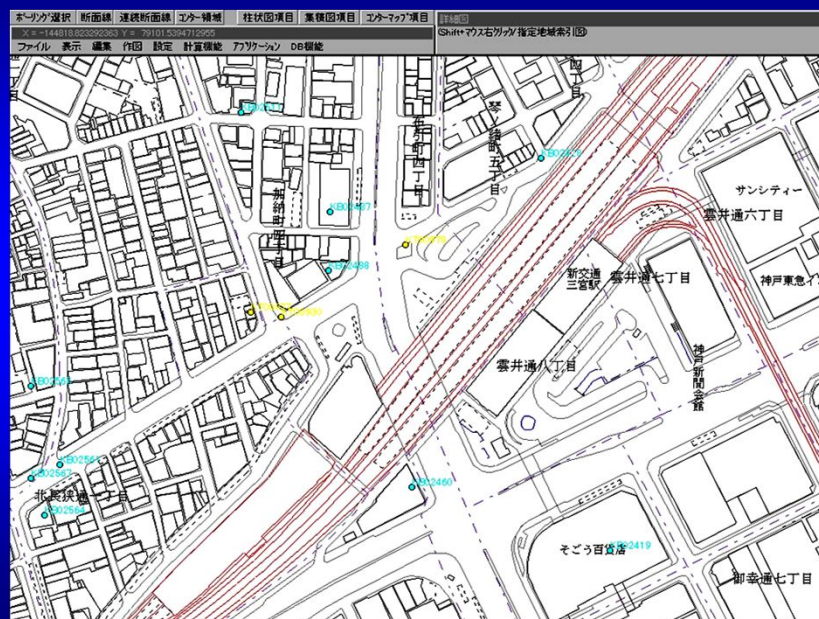
ボーリング位置図



拡大図



更に拡大すると



集積されたデータ(1)

○地盤情報

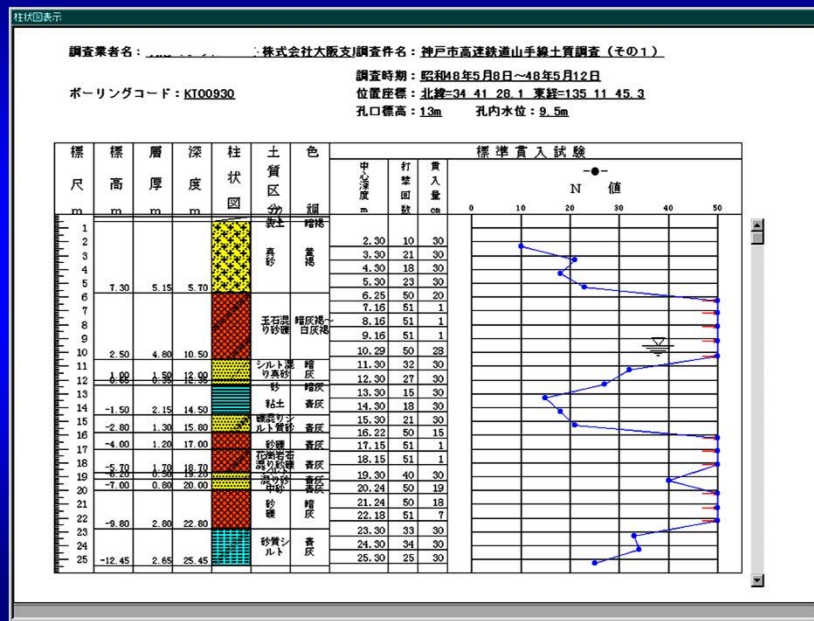
- ・土質柱状図、土質断面図
- ・室内試験(粒度分布、圧密試験など)
- ・現位置試験(PS検層、透水係数など)
- ・各種コンター図

○地形情報

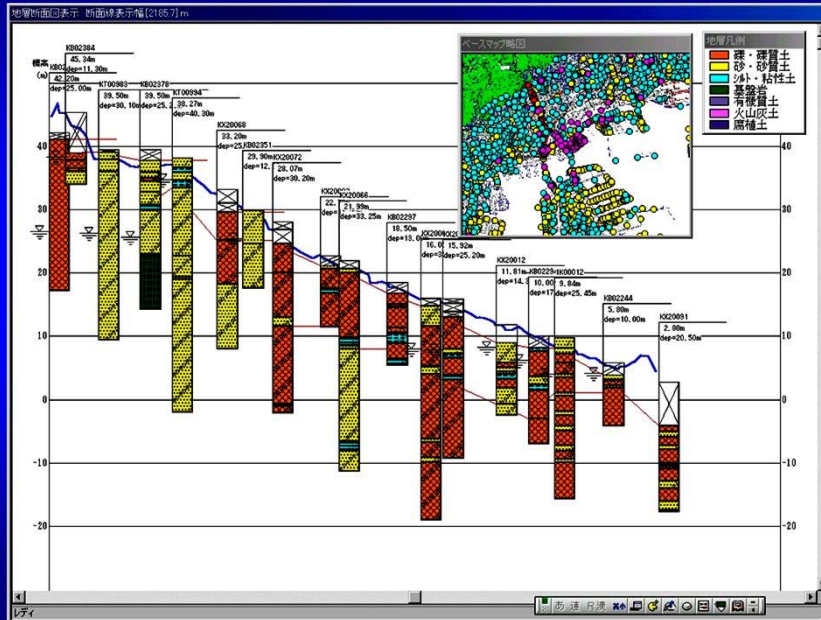
○被災情報

○その他

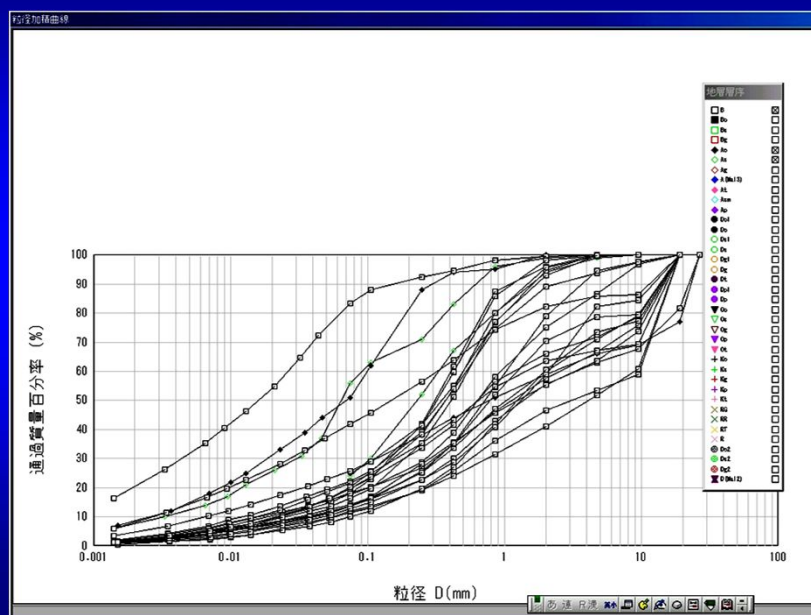
土質情報(柱状図)



土質断面図(任意断面)



粒径加積曲線



集積されたデータ(2)

○地盤情報

○地形情報

・微地形区分図

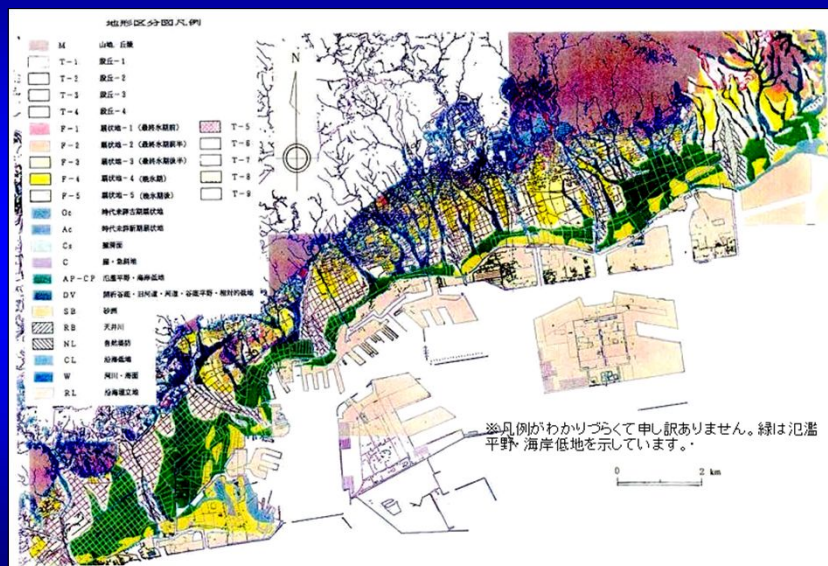
・古地図

・地表面傾斜区分図・3D表示

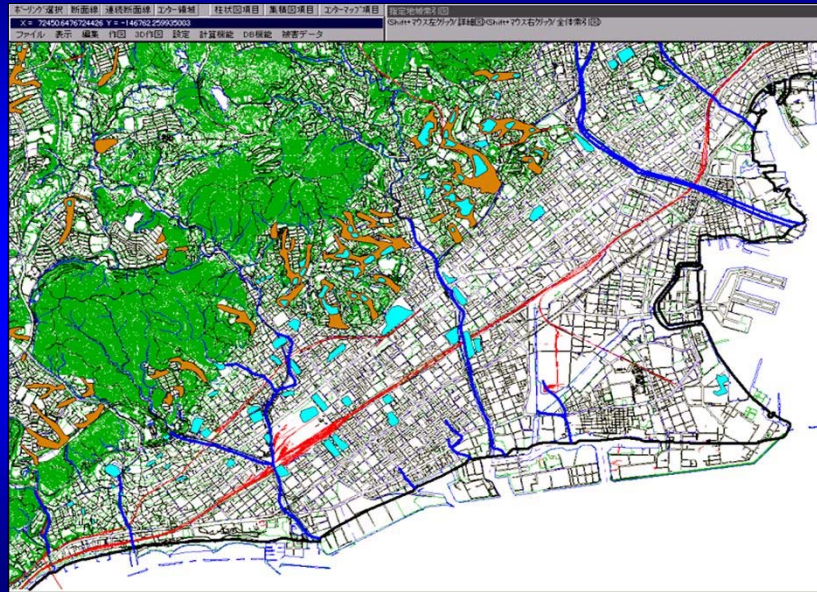
○被災情報

○その他

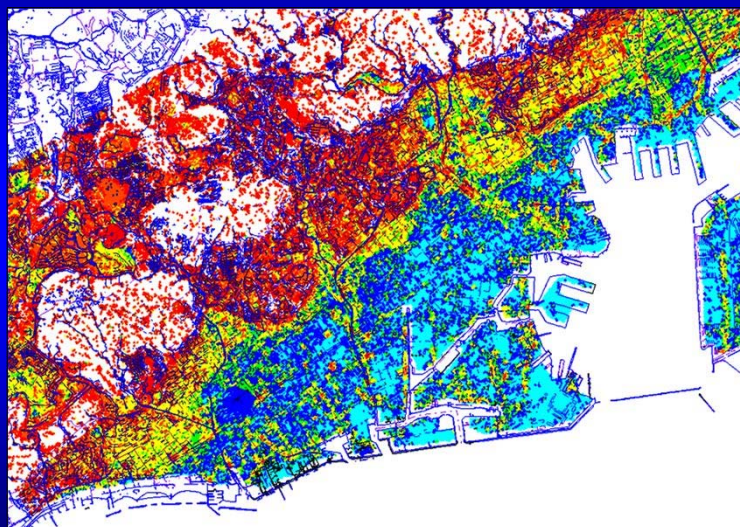
微地形区分図



古地図(明治前期)



地表面傾斜区分



集積されたデータ(3)

○地盤情報

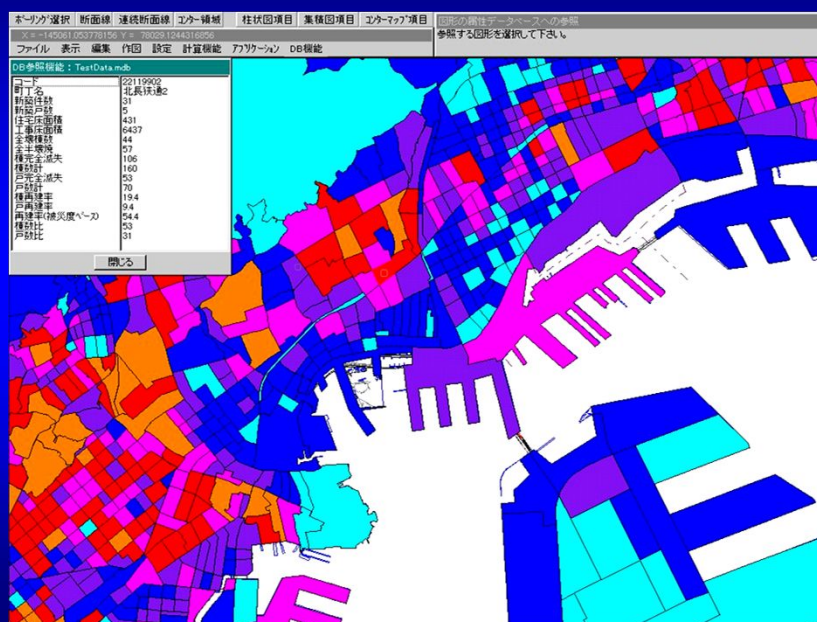
○地形情報

○被災情報

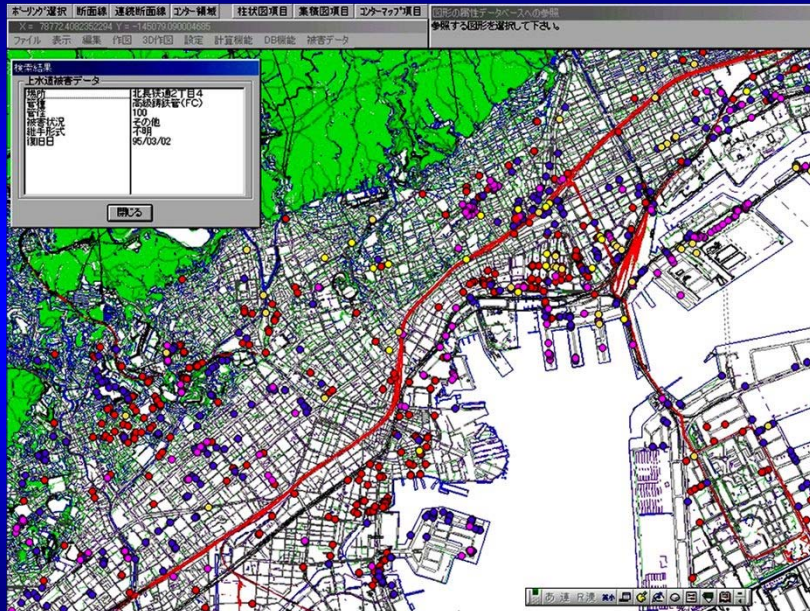
- ・建物の被害率
- ・上下水道管の被害と復旧状況
- ・液状化による噴砂状況
- ・地質や地形と被害の関係

○その他

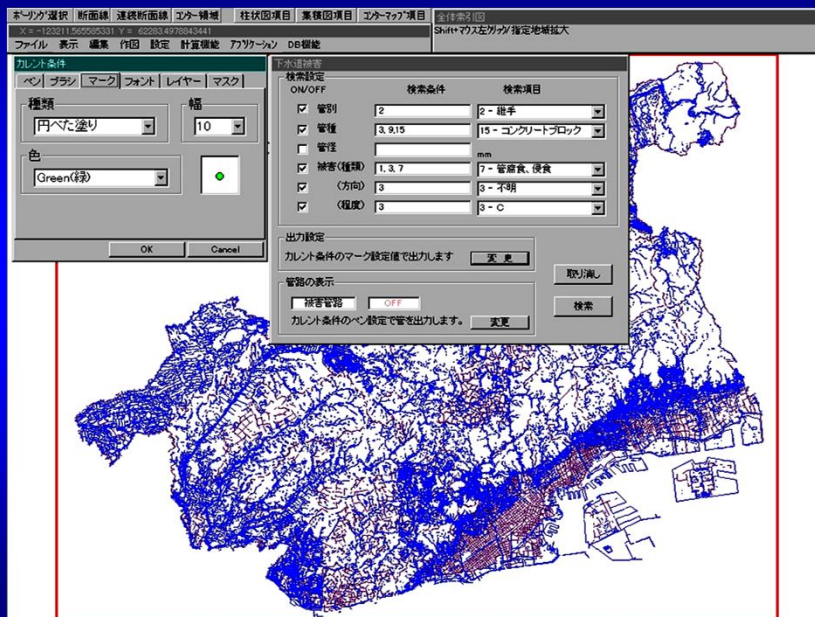
建物の被害

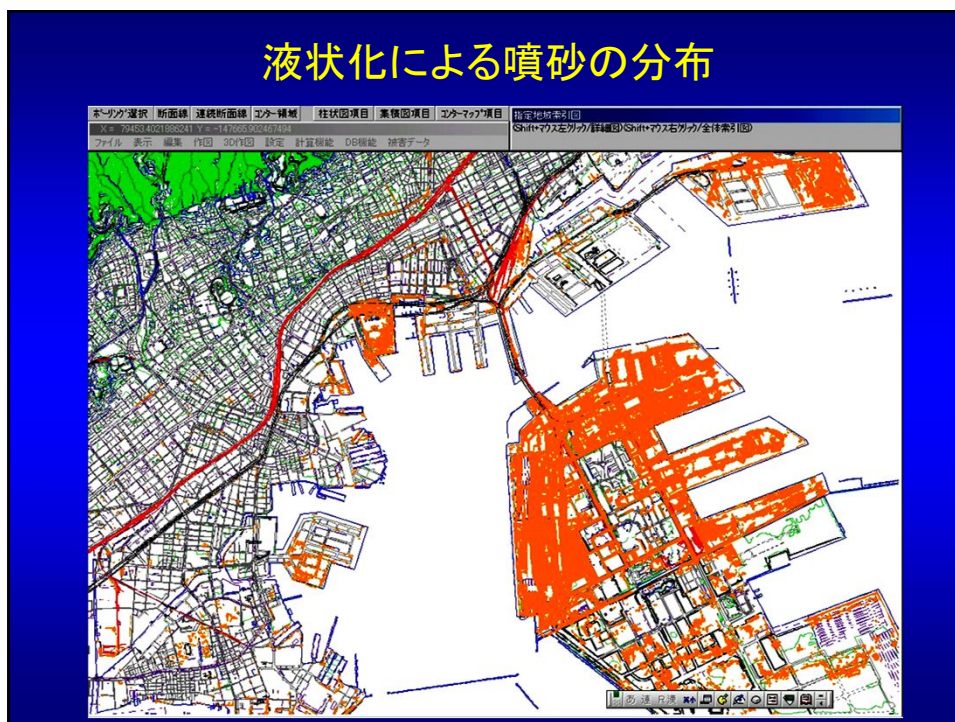


水道管の被害状況



下水道管の被害・復旧状況

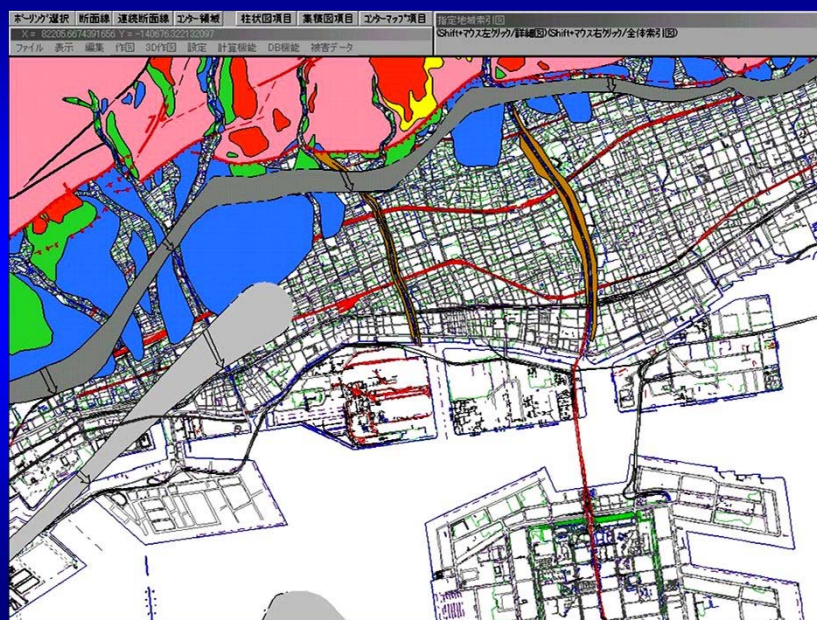




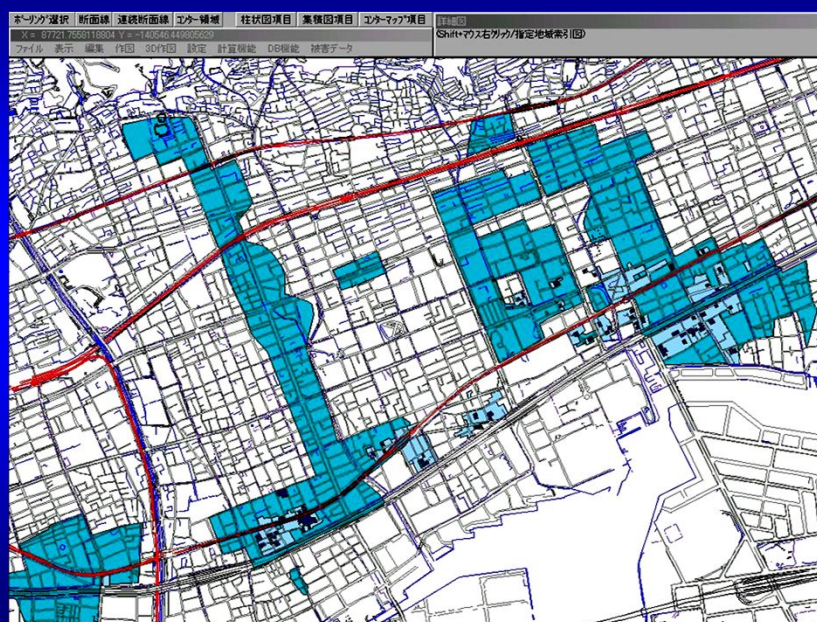
集積されたデータ(4)

- 地質情報
- 地形情報
- 被災情報
- その他
 - ・活断層調査図(地質図)
 - ・浸水区域(実績)図

活断層調査図(地質図)

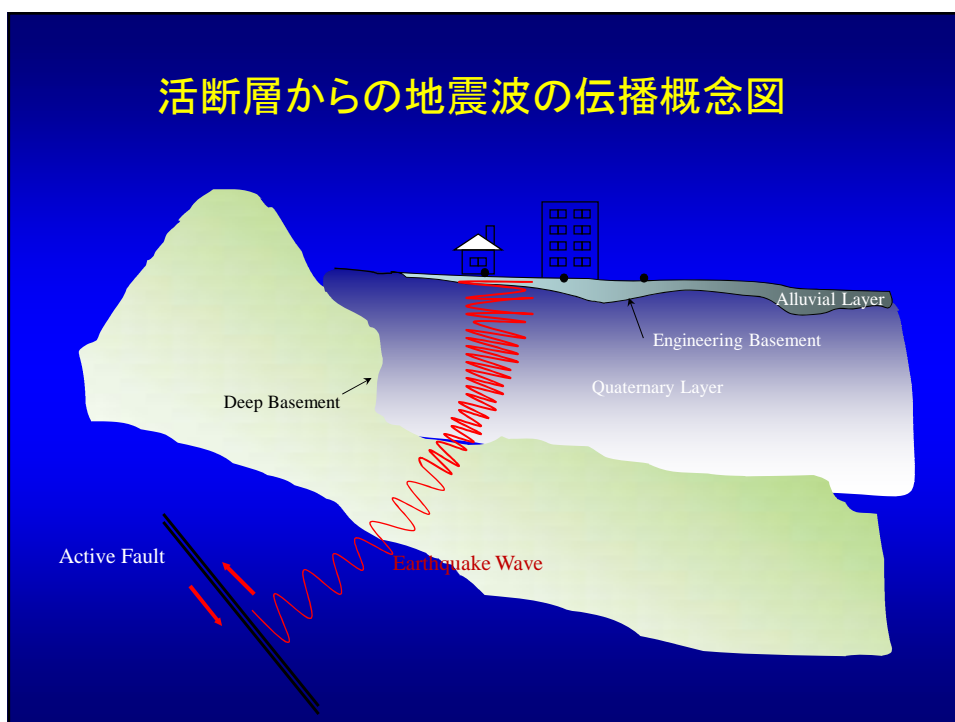


浸水区域(実績)図

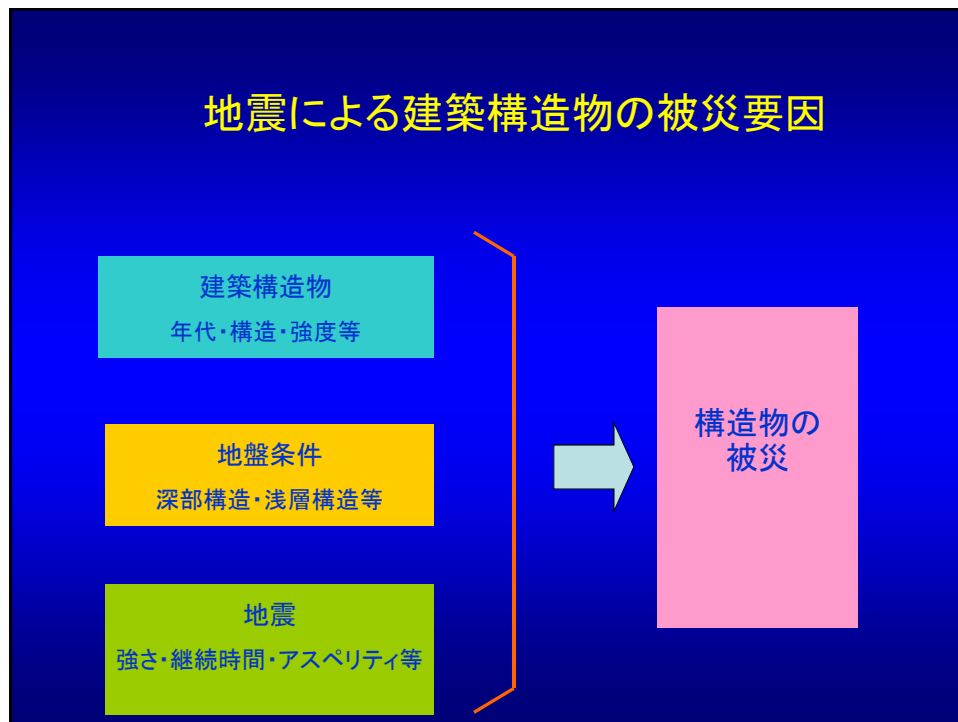


地盤情報データベース 「神戸JIBANKUN」の活用例

活断層からの地震波の伝播概念図



地震による建築構造物の被災要因



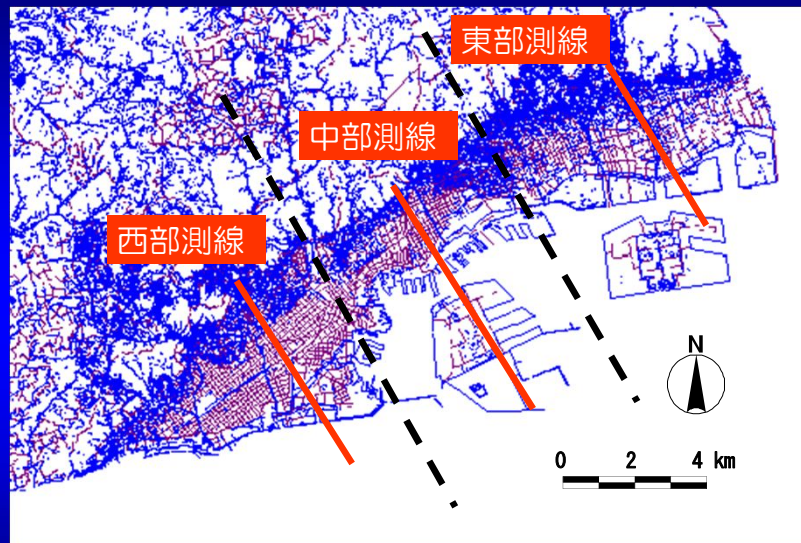
神戸の地盤物理条件

- ▶ 地層の定義
- ▶ 地層の厚さ
- ▶ 地層のS波速度
- ▶ 地層の密度

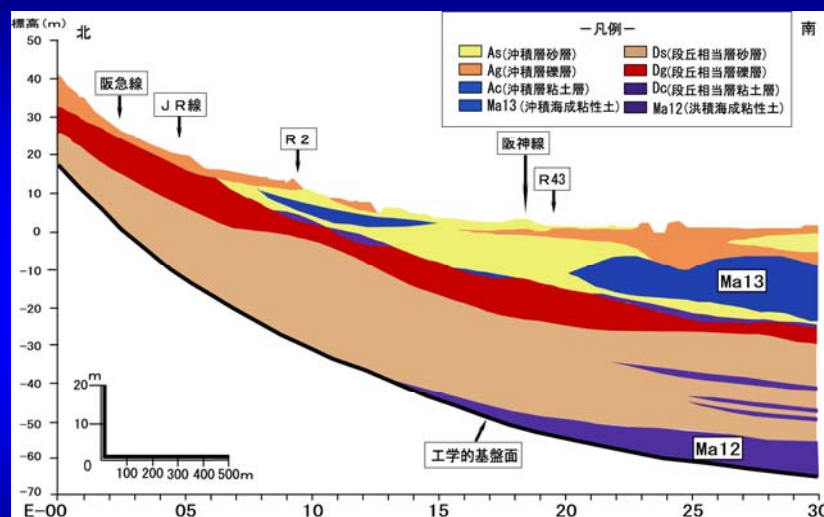


地盤モデル

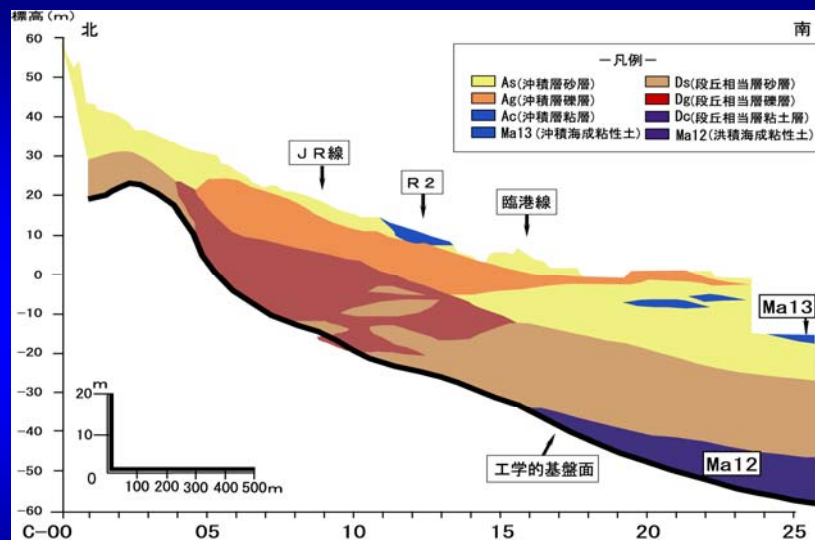




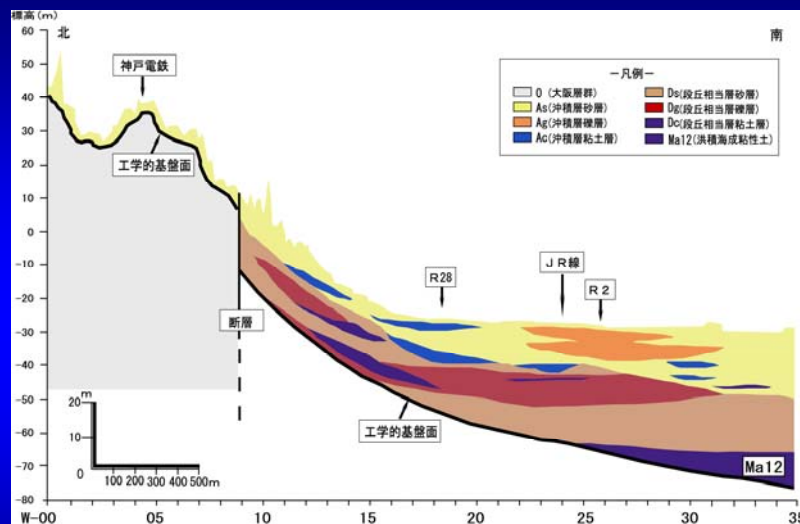
設定した測線



東部測線の浅層地盤構造



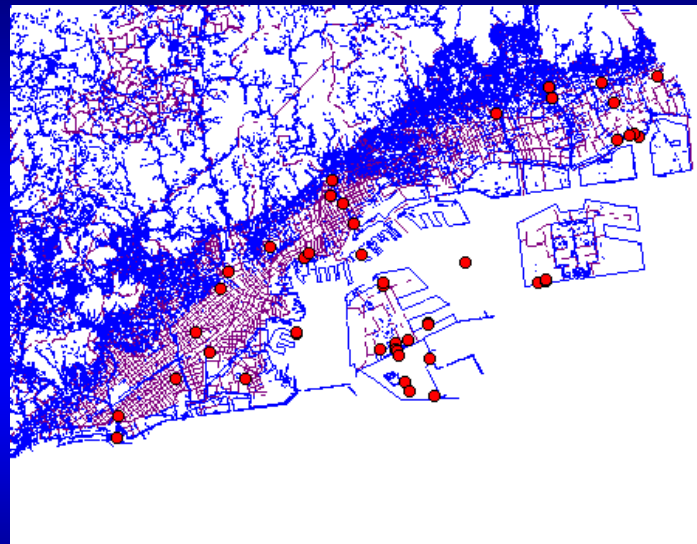
中部測線の浅層地盤構造



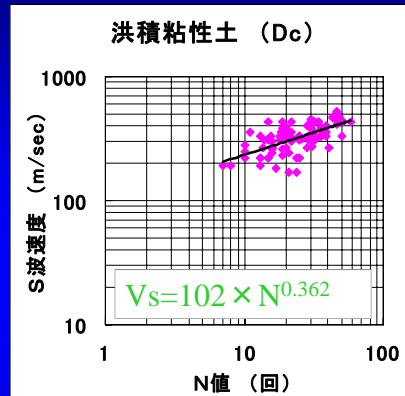
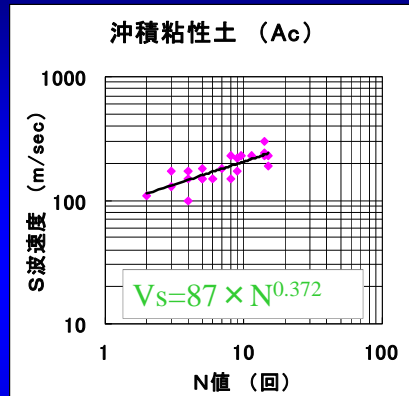
西部測線の浅層地盤構造

各土層の平均N値

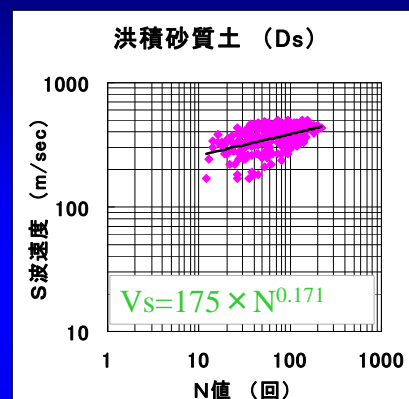
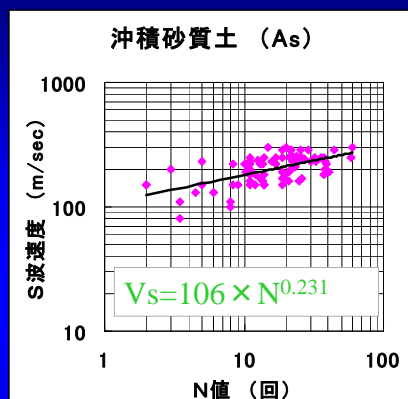
		西部地区 (約700本)		中部地区 (約550本)		東部地区 (約400本)		全地区 (約1650本)	
		平均N値	n	平均N値	n	平均N値	n	平均N値	n
Ac	沖積粘性土	11	(866)	9	(394)	11	(1376)	11	(2636)
As	沖積砂質土	25	(2357)	23	(1553)	23	(1706)	24	(5616)
Ag	沖積礫質土	39	(2009)	42	(1067)	33	(831)	39	(3907)
Dc	洪積粘性土	22	(1107)	23	(1116)	23	(580)	23	(2803)
Ds	洪積砂質土	43	(998)	42	(2917)	45	(1424)	43	(5339)
Dg	洪積礫質土	54	(2099)	50	(1461)	52	(1519)	52	(5079)
Ma13	(沖積粘性土)	10	(528)	3	(564)	3	(652)	5	(1744)
Ma12	(洪積粘性土)	18	(139)	16	(262)	14	(43)	16	(444)
F	盛土・埋立土	11	(614)	17	(1754)	11	(1223)	14	(3591)
Oc	大阪層群粘性土	30	(178)	26	(3)	41	(6)	30	(187)
Os	大阪層群砂質土	48	(151)	51	(32)	59	(6)	49	(189)
Og	大阪層群礫質土	52	(243)	39	(8)	43	(3)	51	(254)



PS検層の位置 (50 孔)



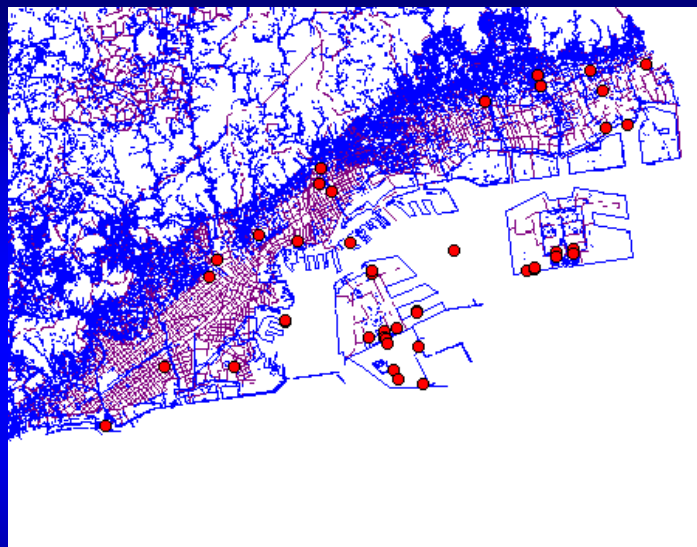
粘性土のN値とS波速度



砂質土のN値とS波速度

従前の提案式と今回の提案式の係数

S波速度 (m/sec) = $A \times N^B$		今井らの換算式		神戸市街地	
		A	B	A	B
Ac	沖積粘性土	107	0.274	87	0.372
As	沖積砂質土	81.8	0.292	106	0.231
Ag	沖積礫質土	75.4	0.351	103	0.205
Dc	段丘粘性土	128	0.257	102	0.362
Ds	段丘砂質土	110	0.285	175	0.171
Dg	段丘礫質土	136	0.246	241	0.099
Ma13	沖積粘性土	—	—	150	0.157
Ma12	洪積粘性土	—	—	183	0.142
F	盛土・埋土	91.7	0.257	141	0.129



密度検層の位置（46 孔）

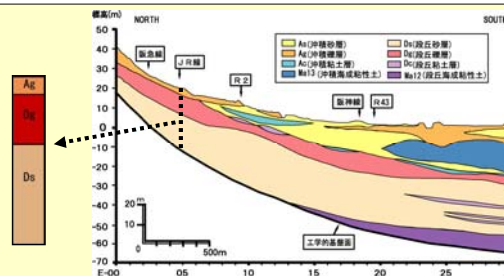
各土層の密度

地 層 名		平均密度値 (t/m^3)	入力密度値 (t/m^3)
Ac	沖積粘性土	1.71	1.70
As	沖積砂質土	1.83	1.80
Ag	沖積礫質土	1.86	1.85
Dc	段丘粘性土	1.84	1.85
Ds	段丘砂質土	1.96	1.95
Dg	段丘礫質土	2.02	2.00
Ma13	沖積粘性土	1.66	1.65
Ma12	洪積粘性土	1.71	1.70
F	盛土・埋土	1.84	1.85

浅層地盤の地震動増幅特性

浅層地盤(沖積層・段丘相当層)
を対象に一次元地震応答解析

西部測線W-26~31 :
YUSAYUSA-2
それ以外の算定点 :
DYNEQ



浅層地盤モデル(神戸JIBANKUNより作成)

深層地盤の震源特性・伝播経路特性

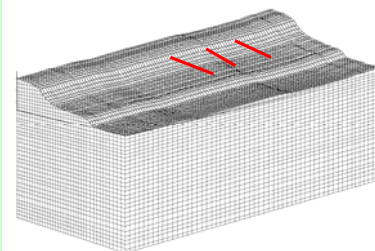
震源モデル

- ①観測波形(旧神戸海洋気象台JMA)を基盤まで引き戻し、基盤波を作成
- ②基盤波を用いて波形インバージョン手法により、震源モデルを設定

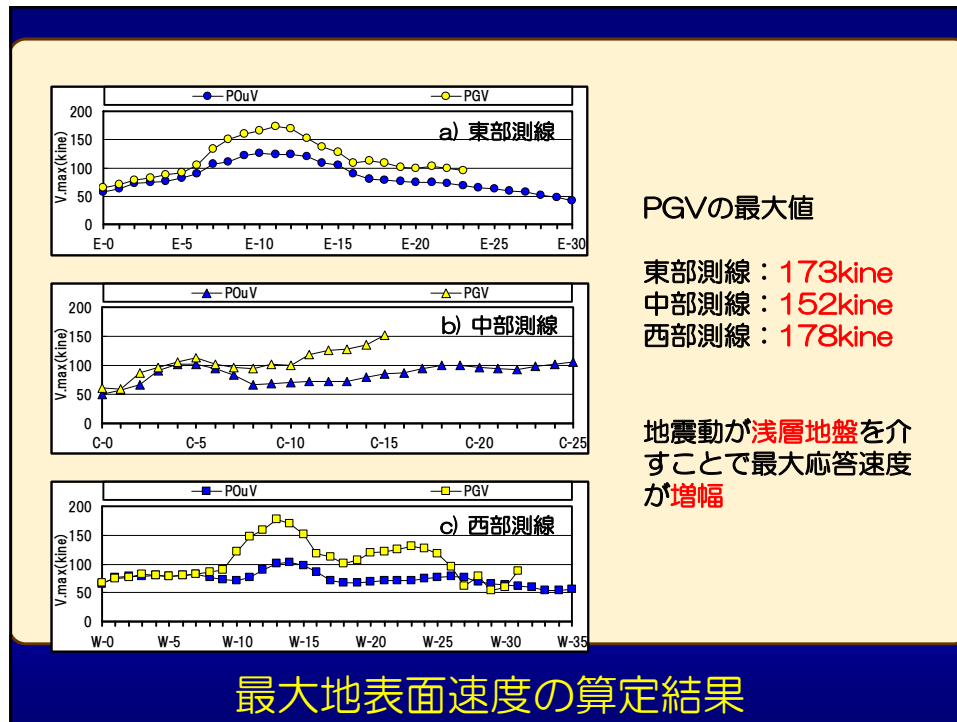
地盤モデル

大阪層群上面までの3次元地盤モデル

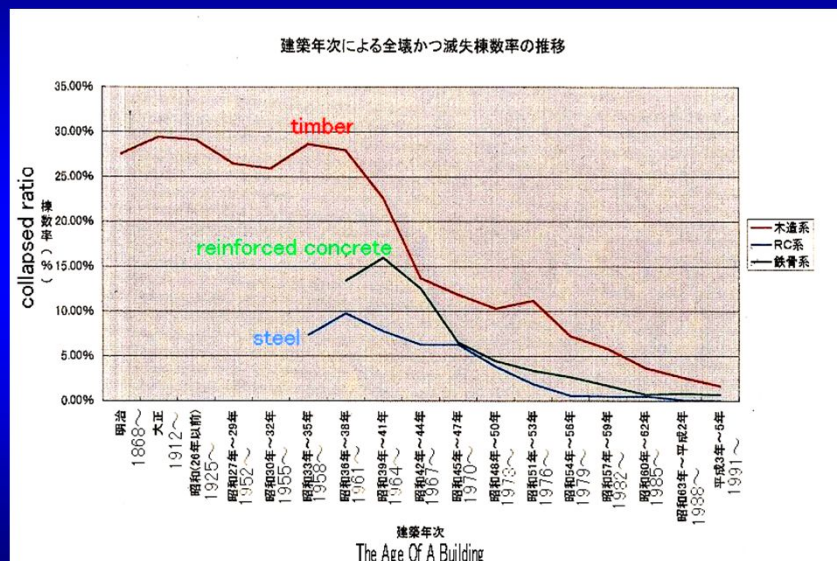
3次元地震応答解析(松島ら, 2000)



3次元地盤モデル(松島ら, 2000)



建築年代と損傷



建築年代を考慮した木造構造物危険度評価

木造構造物被災ポテンシャル

$$P_{wag} = v_1 \cdot W_1 + v_2 \cdot W_2$$

$$v_1 = 1 / \{ 1 + 0.653 \cdot \exp(-0.043 \cdot V_i) \}$$

$$v_2 = 1 / \{ 1 + 0.737 \cdot \exp(-0.037 \cdot V_i) \}$$

$$w_1 = W_{1i} / \Sigma W$$

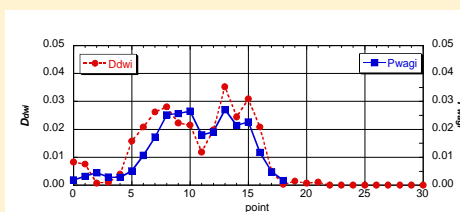
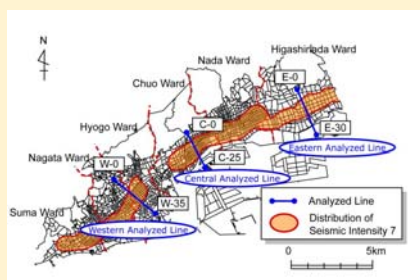
$$w_2 = W_{2i} / \Sigma W$$

V_i : 算定点 i における最大地動速度

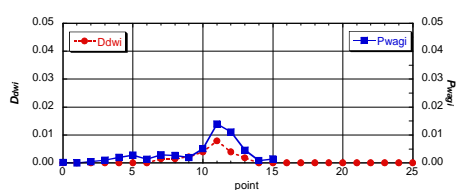
W_{1i} : サイト i におけるS49年以前に建築された木造構造物数

W_{2i} : サイト i におけるS49年以降に建築された木造構造物数

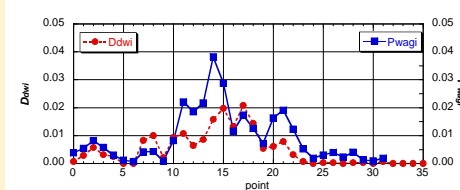
ΣW : 全サイトの木造構造物数



a) 東部測線



b) 中部測線



c) 西部測線

木造構造物被災ポテンシャル (P_{wag}) と
木造構造物被災度 (D_{dw}) の関係

構築の背景

- 情報機器の発達により、開発期間中にパソコンでもGISが扱えるようになってきた
- ソフトウェアの発達により、GISと地盤データベースが一体化して扱えるようになってきた
- 当初は平面2次元と断面2次元を高速データ転送により同時に扱えるようになり疑似3次元モデルが完成した
- 他分野にわたる情報収集が可能となり、構築と同時進行中であった活断層調査結果も収集、入力できた
- ボーリングデータの市民への公開を初めて達成した
- 広域データベースとの連携が可能になった
- データベースの活用要求が増した

(参考: 神戸市・建設工学研究所: 阪神・淡路大震災と神戸の地盤、平成11年3月)

神戸の地盤研究会

- データベースの円滑な更新・維持管理を行い、併せて広く普及を図る。
- データベースを活用して神戸の地盤について調査・研究及び啓発活動を行なう。
- 平成10年度「神戸の地盤研究会」が発足、現在は地盤災害に限らず、幅広く活動するため「神戸の減災研究会」として活動中

その後のわが国の 地盤データベースの動向

当時の地盤データベースの背景

当時、関西では国土交通省関係の、府県の自治体、地方公共団体のボーリングデータを集積した「関西地盤情報活用協議会」、「大阪湾地盤情報の活用協議会」が我が国初の例として活動中であった

その後合併、「関西圏地盤情報の活用協議会」を経て、2005年より「関西圏地盤情報ネットワーク(KG-NET)」として現在も活動中

1999年平成11年「行政機関の保有する情報に関する法律」の施行を受けて、他機関からのデータを収録および毎年の新規データを収集し、現在は約7,600本

提言

地質地盤情報の共有化に向けて —安全・安心な社会構築のための 地質地盤情報に関する法整備—

平成25年(2013年)1月31日

日本学術会議
地球惑星科学委員会

日本学術会議地球惑星科学委員会
地球・人間圏分科会 地質地盤情報小委員会

委員長

佃 栄吉(連携会員) 独立行政法人産業技術総合研究所理事
幹事

栗本 史雄 独立行政法人産業技術総合研究所評価部首席評価役
委員

氷見山 幸夫(第三部会員) 北海道教育大学教育学部教授

浅岡 顕(連携会員) 公益財団法人地震予知総合研究振興会地震防災
調査研究部副首席主任研究員

沖村 孝(連携会員) 財団法人建設工学研究所常務理事
神戸大学名誉教授

柴崎 亮介(連携会員) 東京大学空間情報科学研究センター教授

鈴木 康弘(連携会員) 名古屋大学減災連携研究センター教授

平 朝彦(連携会員) 独立行政法人海洋研究開発機構理事長

田中 和弘(連携会員) 山口大学大学院理工学研究科教授

背景

- ・大規模地震災害の可能性を直視して具体的対策をたてることが必要
- ・液状化被害や地震動被害に関するより高い精度の予測情報が求められる
- ・地下の地質地盤情報を国民の共有財産と認識し、国土の基本情報として有効活用することが必要不可欠
- ・そのための社会に仕組みをつくることが喫緊の課題
- ・地質地盤情報は、防災のみならず、地下水や土壌汚染などの資源環境に関する社会的課題の解決にとっても必須の情報
- ・地質地盤情報の質・量を充実させ、共有化を図り、適切に活用できる仕組みを構築し、併せてその利益を享受する国民の知識や理解を向上させる努力も必要
- ・持続的発展に資し、強靱な社会の構築にも貢献する

現状認識

- ・日本列島の地質・地盤は、諸外国と比べて複雑
- ・社会が求める精度の高い災害リスク情報提供するためには、新たな地質地盤情報取得による高密度のデータの集積が必要
- ・新規の地質地盤情報の取得は多くの費用時間が必要
- ・既存の地質地盤情報の整備と公開、および共有化を早急に進めるべき

ボーリングデータ

- ・平成19年以降、国土交通省、地方自治体等の公共事業のデータを主体とした地質地盤情報のデータベース化が促進され、ウェブ、CD-ROM、資料集等を中心として公開されている
- ・その方法は、明確な法的根拠がないことにより、取り扱いは情報を取得・保有する各省庁、地方自治体、民間企業、個人などの個々の判断にゆだねられている
- ・このため、特に、民間企業や個人所有のデータの公開は不十分である
- ・地方自治体では、重要性の認識の欠如や予算・人材不足のため死蔵されているデータが多い
- ・公開データでも、各省庁や研究機関のデータを活用できる統合システムは存在しない
- ・これらの問題を解決するために、地質地盤情報を取り扱う法律を早急に整備し、国民が利用できる統合システムを早急に構築することが必要

提言 1 地質地盤情報に関する 包括的な法律の制定

具体的には、地理空間情報活用推進基本法（平成19年5月30日公布）に比肩しうる地質地盤情報に関する包括的な法律を早急に整備する

提言2 地質地盤情報の整備・公開と共有化の仕組みの構築

上述の法律に基づき、国や地方自治体、大学や研究機関及び民間企業等は、取得した地質地盤情報をそれぞれが責任を持って分散管理し、継続して整備・公開が行われること

国、地方自治体は、明確な施策と責任ある体制のもと、フォーマットの統一やインフラ整備を行い、分散管理された情報について、利用者が安心かつ信頼して使える環境のもとで迅速かつ適切に利用できる統合システムを構築すべき

提言3 社会的な問題解決のための地質地盤情報の活用の促進と国民の理解向上

学協会、研究機関、産業界は地質地盤情報の活用を促進し、防災・資源・環境に関わる社会的な諸課題を解決すること

地質地盤情報が国土の基本情報であるとともに国民の共有財産であることを国民に周知し、理解向上に努めるべき

提言3 社会的な問題解決のための 地質地盤情報の活用の促進と 国民の理解向上

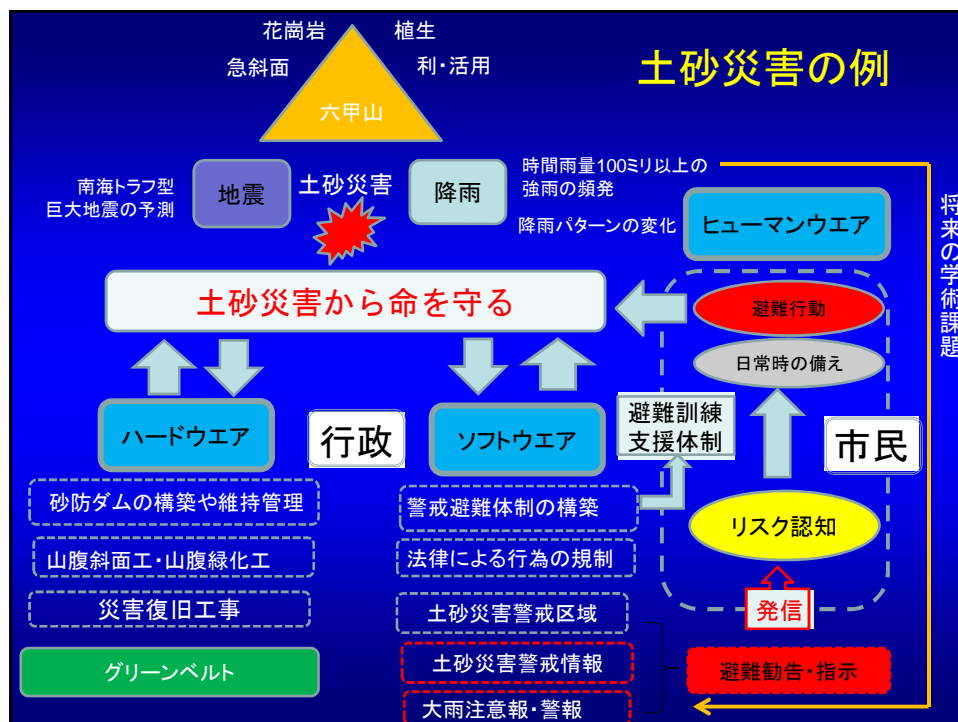
学協会、研究機関、産業界は地質地盤情報の活用を促進し、防災・資源・環境に関わる社会的な諸課題を解決すること

地質地盤情報が国土の基本情報であるとともに国民の共有財産であることを国民に周知し、理解向上に努めるべき

これからの20年に備える

- 大地震、集中豪雨、噴火の続発は、自然災害の外力が大きく変わっていることを示している
- 災害発生メカニズムは、外力の大きさによって異なってくる
- いかに想像力を逞しくして、大きな外力を設定し、被災メカニズムを想定していくか
- 防災の目標である「ひとの命の安全」は20年後も不変
- この安全を達成するための手段は防災構造物、危険情報、避難行動など多様

- 大災害を契機として手段の内容が大きく転換する
(例:設計地震動レベルⅠ・Ⅱ、減災、災害文化)
- しかし、大災害がなくても、いかに想像力を逞しくして、防災・減災の手段とシナリオを作成していくかが課題となる
- 日常時に想像した手段が、緊急時に役に立つかを常にチェックしていく必要がある
- 緊急時のみならず、日常時の備えも大切
- 「ひとの命の安全」は、行政、技術者、研究者、社会で達成される



- 最新の研究成果は社会に実装されて初めて有用になるため、行政、技術者、研究者、社会の連携が必要になる
- 技術、情報、価値観は時代とともに変わってくるため、防災・減災の手段の内容、シナリオも常に更新していく必要がある
- 手段は、ハードウェア、ソフトウェア、ヒューマンウェアの3つの側面から考え、この連携を意識する
- 次の20年後は、20年前（現在）の手段の常識が陳腐化している？
- しかし、人と人の絆の重要性は不変

ご静聴、ありがとうございました

