

阪神・淡路大震災水道管路被害の概要

平成 7 年 1 2 月

(社) 日本水道協会

震災文庫

11

158



目 次

	頁
1. 調査対象	1
1.1 対象事業体	1
1.2 データベース化	3
2. 被害	5
3. 被害要因分析	16
3.1 被害と要因のメッシュデータベース	16
3.2 クロス集計	26
3.3 観測最大加速度との関係	31
4. 液状化に伴う永久変位と被害の関係	35
5. 芦屋、西宮市の丘陵地の被害	49
6. 西宮球場周辺の状況	56

00095123910

1. 調査対象

1.1 対象事業体

- ①神戸市水道局
- ②芦屋市水道部
- ③西宮市水道局
- ④宝塚市水道局
- ⑤尼崎市水道局
- ⑥大阪市水道局
- ⑦北淡町水道課

各事業体の概要

事業体	普及率 (%)	給水人口 (人)	平均給水量 (m ³ /日)	計画給水量 (m ³ /日)
神戸市水道局	99.6	1,504,284	593,145	1,077,620
芦屋市水道部	99.85	86,213	30,198	51,900
西宮市水道局	99.9	421,829	169,227	289,300
宝塚市水道局	99.9	207,604	72,474	114,100
尼崎市水道局	100.0	494,814	221,154	383,500
大阪市水道局	100.0	2,575,791	1,509,748	2,430,000
北淡町水道課	79.8	9,300	3,925	7,800

(出典：1995年版水道年鑑、水道産業新聞社)

1. 2 データベース化

配水管の管理図及び被害記録は、下記の要領でデータベース化した。

①配水管の管理図

鉄道、主要道路、主要施設、水がい線等の背景図を有するGIS（地図情報システム）に、以下に示す水道事業体の配水管路図を入力した。

- ・神戸市水道局（東部センター、中部センター、西部センターの配水管管理図（縮尺：1/6000））
- ・芦屋市水道部（奥山、奥池を除く全市の配水管管理図（縮尺：1/5000））
- ・西宮市水道局（南部地区の配水管管理図（縮尺：1/5000））

また、管路属性情報として以下の内容を管路図形情報に関連づけて入力した。

- ・管路延長（m）-----地図情報システムの管路図形情報から算出した。
- ・口径（mm）-----配水管路図によった。
- ・管種-----配水管路図によった。
- ・布設年度-----配水管路図によった。

②管路被害内容

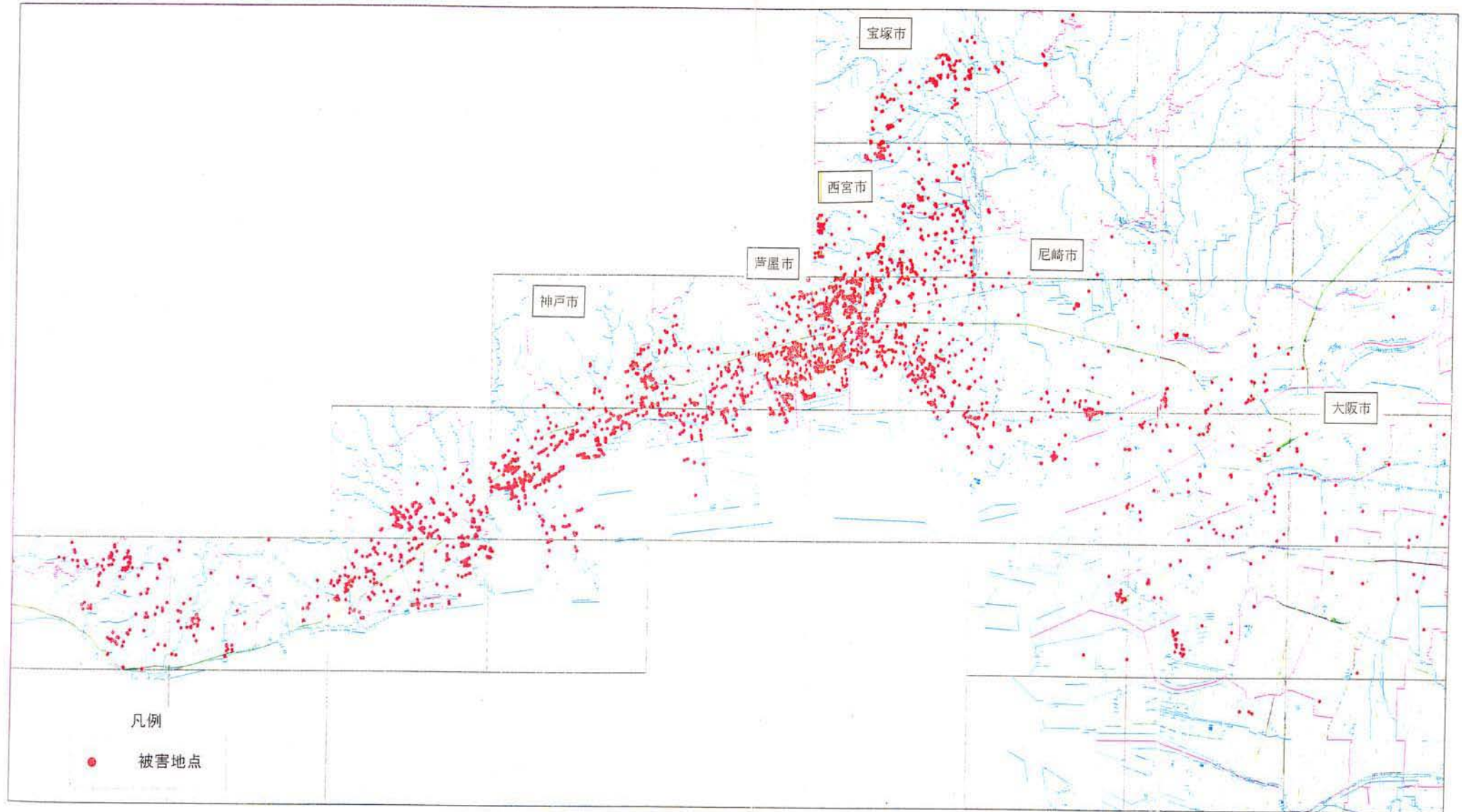
上記の地図情報システムの配水管管路図に、管路被害地点及び被害情報を入力した。

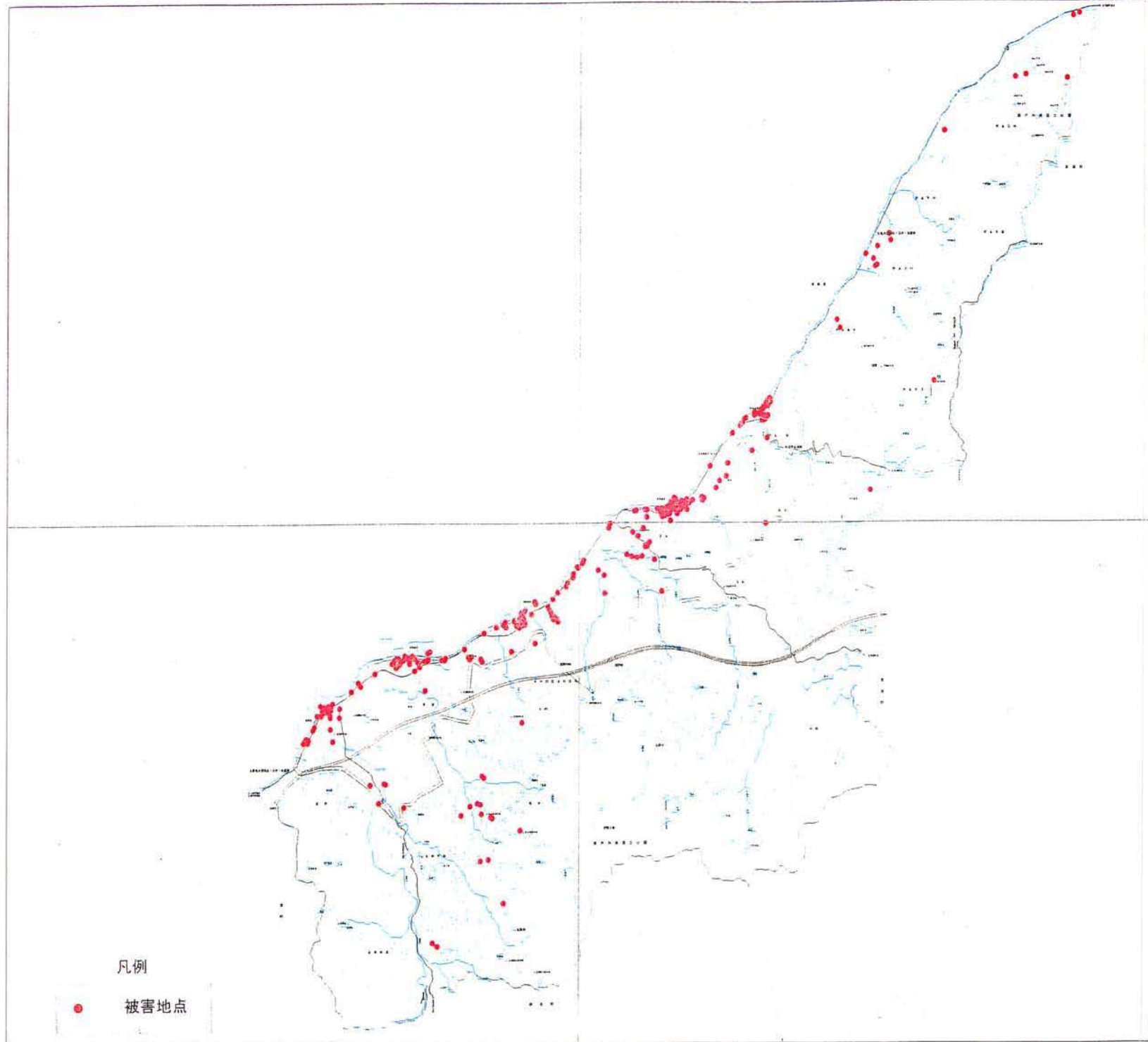
③配水管修繕台帳

地震後の災害復旧字時の修繕台帳（含む工事写真）を永久保存するためにパソコンとスキャナーにて画像デジタルデータ化した。

2. 被害

配水管（属具含む）の被害プロット図





配水管及び属具の被害集計結果

事業体	被害形態 管種	管体被害					継手部被害								参考		属具						被害総合計		
		直管	異形管			小計	抜け		破損		突込み		不明	小計	不明	合計	布設延長 (km)	管線 (#/km)	空気弁	仕切弁	消火栓	分水栓、 他		詳細不明	小計
			曲管	分岐管	その他		直管	異形管	直管	異形管	直管	異形管													
神戸市	DIP	9	0	0	0	9	669	23	0	5	0	3	700	0	710	3452.1	0.206								
	CIP	155	44	36	18	253	118	13	6	3	0	0	141	0	394	316.4	1.245								
	VP	11	0	0	0	11	11	1	0	0	0	0	13	0	24	128.6	0.187								
	SP	9	0	0	0	9	0	0	3	0	0	0	3	0	13	104.9	0.124								
	SGP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	ACP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	不明	16	1	3	0	20	99	2	0	0	0	0	103	0	123										
小計	200	46	40	18	304	897	39	11	4	5	0	4	960	0	1264	4002.0	0.316	127	281	60	25	0	493	1757	
芦屋市	DIP	0	0	0	0	0	65	18	0	0	0	3	86	4	90	72.1	1.249								
	CIP	54	3	9	1	67	3	0	14	0	0	0	17	4	88	89.4	0.985								
	VP	33	2	2	0	37	10	0	61	2	0	0	74	5	116	22.9	5.066								
	SP	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0.3	5.797								
	SGP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	ACP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
小計	88	5	11	1	105	78	18	76	2	0	0	5	179	13	297	184.7	1.608	2	53	0	10	0	65	362	
西宮市	DIP	0	0	0	0	0	234	10	0	4	0	8	256	0	256	635.1	0.403								
	CIP	68	8	10	0	86	85	2	2	1	0	0	90	0	176	97.7	1.801								
	VP	52	24	12	0	88	51	15	56	0	3	0	128	0	216	185.9	1.162								
	SP	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	29.1	0.034								
	SGP	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2.3	2.178								
	ACP	30	0	0	0	30	9	0	2	0	0	0	12	0	43	16.2	2.655								
	不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
小計	153	33	23	0	209	380	27	61	8	0	12	488	0	697	966.3	0.721	12	80	11	24	0	127	824		
宝塚市	DIP	0	0	0	0	0	97	0	0	0	0	1	98	6	104	732.0	0.142								
	CIP	2	6	7	0	15	0	0	2	0	0	0	2	3	20	117.0	0.171								
	VP	29	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	1	0	30	6.9	4.348								
	SP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	SGP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	ACP	44	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	44	17.0	0.059								
	不明	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.3	33.846								
小計	77	6	7	0	90	99	0	2	0	0	0	102	11	203	874.2	0.232	0	16	1	5	0	22	225		
尼崎市	DIP	0	0	0	0	0	35	4	0	0	0	0	39	0	39	721.3	0.054								
	CIP	31	5	8	0	44	8	2	2	1	0	0	13	0	57	110.9	0.514								
	VP	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	4	6.9	0.580								
	SP	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0	4	7.3	0.548								
	SGP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	ACP	8	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.3	26.667								
	不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
小計	41	5	8	0	54	44	6	7	1	0	0	58	0	112	846.7	0.132	0	12	1	5	0	18	130		
大阪市	DIP	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	2	19	0	19	3508.0	0.005								
	CIP	139	2	1	0	142	29	0	6	1	0	18	55	0	197	1374.0	0.143								
	VP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	SP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	SGP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110.0	0.009								
	ACP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	不明	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
小計	140	2	1	0	143	46	0	6	1	0	20	74	0	218	4992.0	0.044	0	0	0	4	13	17	235		
北淡町	DIP	1	0	0	0	1	9	0	0	1	0	1	11	3	15	40.7	0.368								
	CIP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7	0.000								
	VP	22	5	5	0	32	7	0	7	0	0	0	15	0	47	80.1	0.587								
	SP	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8.9	0.113								
	SGP	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	ACP	4	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
小計	29	5	8	0	42	16	0	8	0	1	2	27	3	31	22.7	0.397									
上記の事業 体の合計	DIP	10	0	0	0	10	1126	55	0	10	0	18	1209	13	1233	961.3	0.135								
	CIP	449	68	71	19	607	243	18	32	5	1	19	318	7	932	2107.1	0.442								
	VP	147	31	19	0	197	81	16	128	2	3	5	235	5	437	431.3	1.013								
	SP	14	0	0	0	14	0	0	5	0	0	1	6	0	22	260.5	0.084								
	SGP	3	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	4	0	8	19.3	0.415								
	ACP	86	0	3	0	89	9	0	2	0	0	1	12	3	104	40.5	2.570								
	不明	19	1	1	0	21	99	2	2	0	0	0	104	21	149	0									
合計	728	102	98	19	947	1560	91	171	8	14	0	44	1888	50	2885	12019.9	0.240	142	443	73	74	13	745	3630	

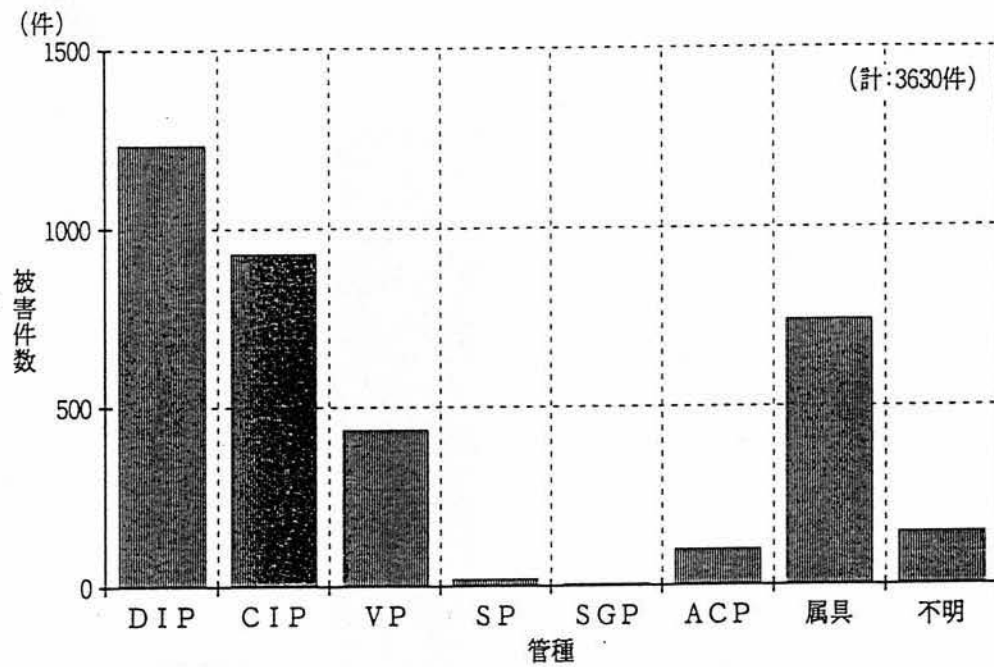
1. 神戸市のダクト管の管体被害10件は、①管体直下のH形鋼等の硬い物による局部損傷(6件)、②ボックスカルバート上部に布設されていた管が地盤の不等沈下により破損したもの(4件)であった。
2. 神戸市は上記被害の他、仮設配管、試掘、仕切弁切込みによる工事が636件あった。
3. 西宮市は上記被害の他、仮設配管、試掘、仕切弁切込みによる工事が109件あった。
4. 西宮市ではDIPの直管で、管体が大きく曲げ変形したことに伴う継手の抜けが1件あった。
5. 大阪市は上記被害の他、DIPの腐食漏水が1件あった。
6. 大阪市は上記被害の他、SPの水管橋の被害が11件あった。
7. 北淡町は上記被害の他、仮設配管による工事が46件あった。
8. 北淡町ではDIPの直管で、管体が大きく曲げ変形したものが3件あった。その内、折損していたものが1件、管体の変形に伴う継手の離脱が2件であった。

配水管及び属具の管種別、口径別被害形態集計結果（全対象事業体）

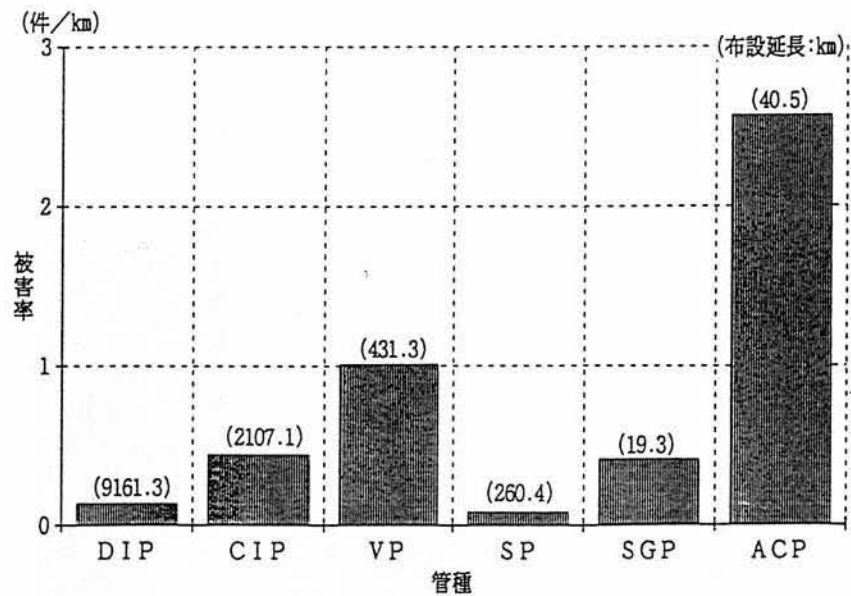
管種	被害箇所、被害形態 口径(mm)	管体被害			継手部被害					属具	不明	合計
		直管	異形管	小計	抜け	破損	突込み	不明	小計			
D I P	～φ75	0	0	0	145	0	0	0	145	53	4	202
	φ100～φ150	5	1	6	693	0	2	11	706	168	5	885
	φ200～φ250	2	0	2	205	0	1	5	211	31	2	246
	φ300～φ450	3	0	3	129	0	2	2	133	29	2	167
	φ500～	0	0	0	10	0	4	0	14	13	0	27
	小計	10	1	11	1182	0	9	18	1209	294	13	1527
C I P	～φ75	39	12	51	16	2	1	0	19	11	3	84
	φ100～φ150	308	97	405	119	21	0	15	155	60	2	622
	φ200～φ250	67	37	104	78	9	0	2	89	23	1	217
	φ300～φ450	31	9	40	44	5	0	2	51	13	1	105
	φ500～	4	3	7	4	0	0	0	4	6	0	17
	小計	449	158	607	261	37	1	19	318	113	7	1045
V P	～φ75	116	47	163	69	93	2	4	168	32	5	368
	φ100～φ150	31	3	34	28	37	1	1	67	5	0	106
	φ200～φ250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	φ300～φ450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	φ500～	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	小計	147	50	197	97	130	3	5	235	37	5	474
S P	～φ75	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	φ100～φ150	3	0	3	0	1	0	0	1	0	0	4
	φ200～φ250	3	0	3	0	1	0	1	2	0	0	5
	φ300～φ450	4	1	5	0	0	0	0	0	0	0	5
	φ500～	3	0	3	0	3	0	0	3	1	1	8
	小計	14	1	15	0	5	0	1	6	1	1	23
S G P	～φ75	3	1	4	1	2	0	0	3	2	0	9
	φ100～φ150	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	3
	φ200～φ250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	φ300～φ450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	φ500～	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	小計	3	1	4	2	2	0	0	4	4	0	12
A C P	～φ75	68	1	69	5	1	0	1	7	4	2	82
	φ100～φ150	15	2	17	3	1	0	0	4	2	0	23
	φ200～φ250	2	0	2	1	0	0	0	1	0	1	4
	φ300～φ450	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	φ500～	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計	86	3	89	9	2	0	1	12	6	3	110
不明	～φ75	3	1	4	3	0	0	0	3	18	7	32
	φ100～φ150	11	3	14	60	1	0	0	61	133	11	219
	φ200～φ250	2	0	2	12	1	0	0	13	33	2	50
	φ300～φ450	2	1	3	15	1	0	0	16	43	1	63
	φ500～	1	0	1	11	0	0	0	11	63	0	75
	小計	19	5	24	101	3	0	0	104	290	21	439
合計	～φ75	230	62	292	239	98	3	5	345	120	21	778
	φ100～φ150	373	106	479	904	61	3	27	995	370	18	1862
	φ200～φ250	76	37	113	296	11	1	8	316	87	6	522
	φ300～φ450	41	11	52	188	6	2	4	200	85	4	341
	φ500～	8	3	11	25	3	4	0	32	83	1	127
	合計	728	219	947	1652	179	13	44	1888	745	50	3630

注）—：配水管として布設されていないものを示す。（以下同様）

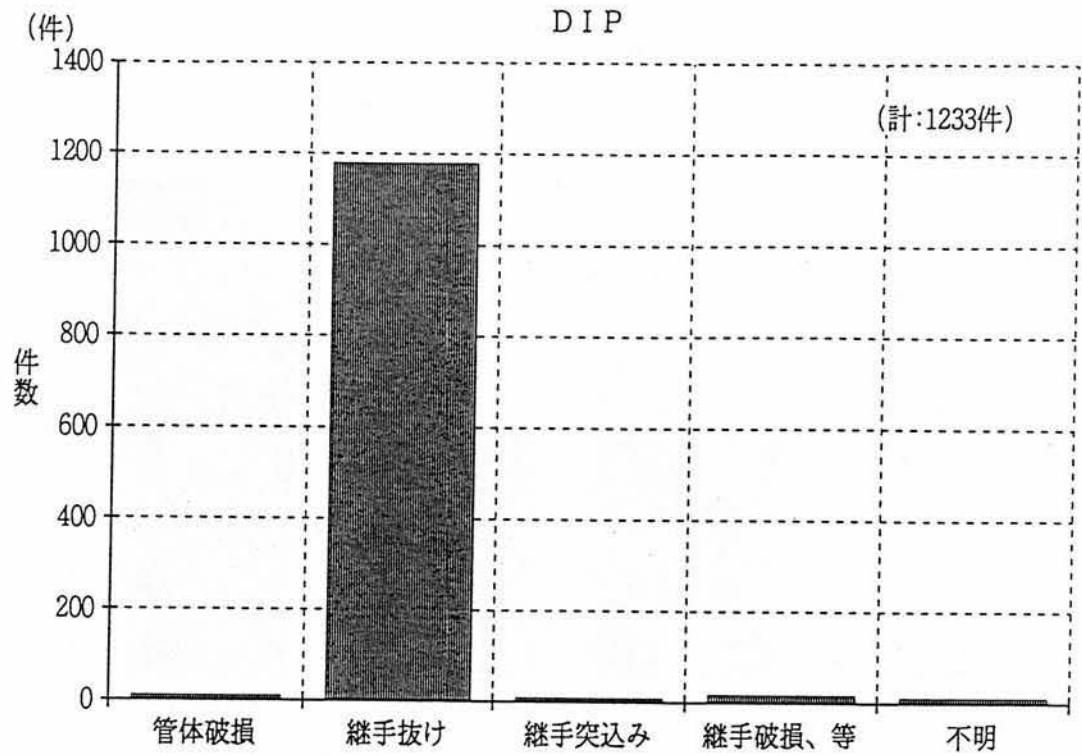
管種別、属具の被害件数（全事業体）



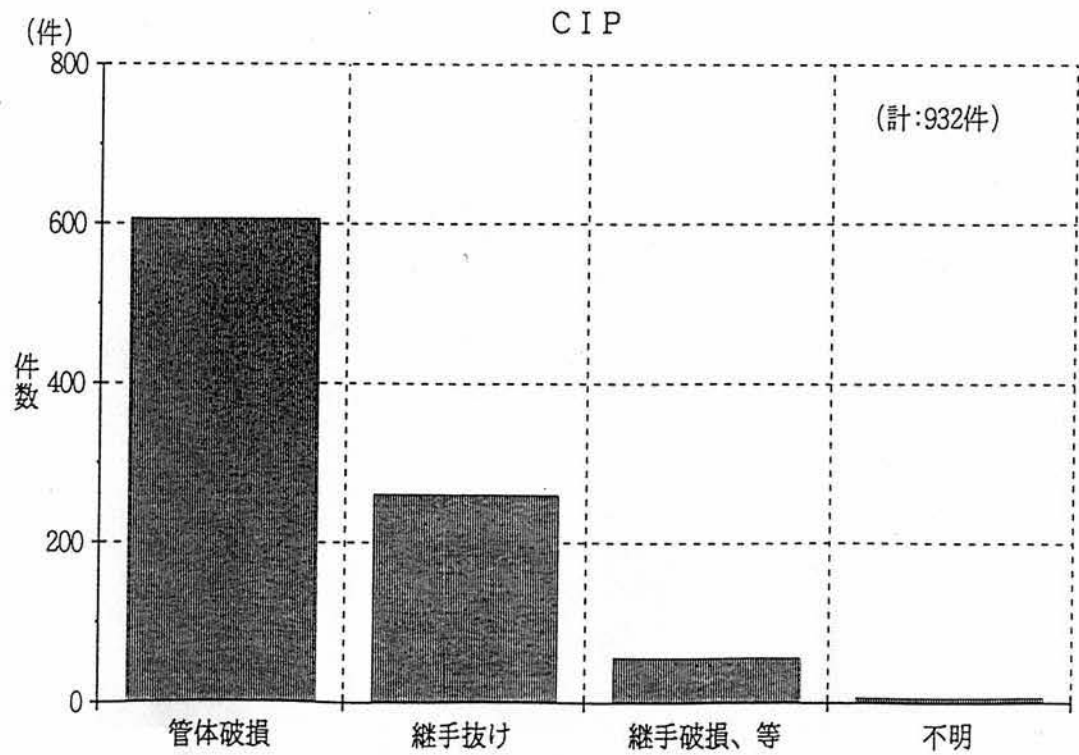
(参考：平均被害率)



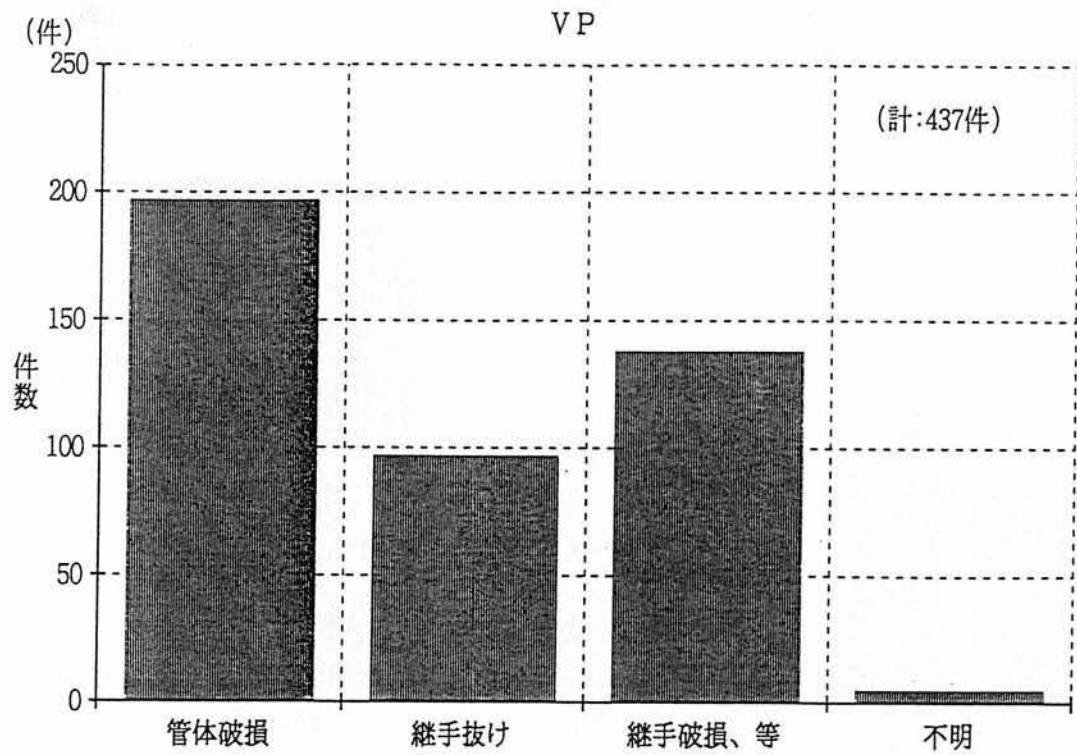
各管種の被害形態件数（全事業体）



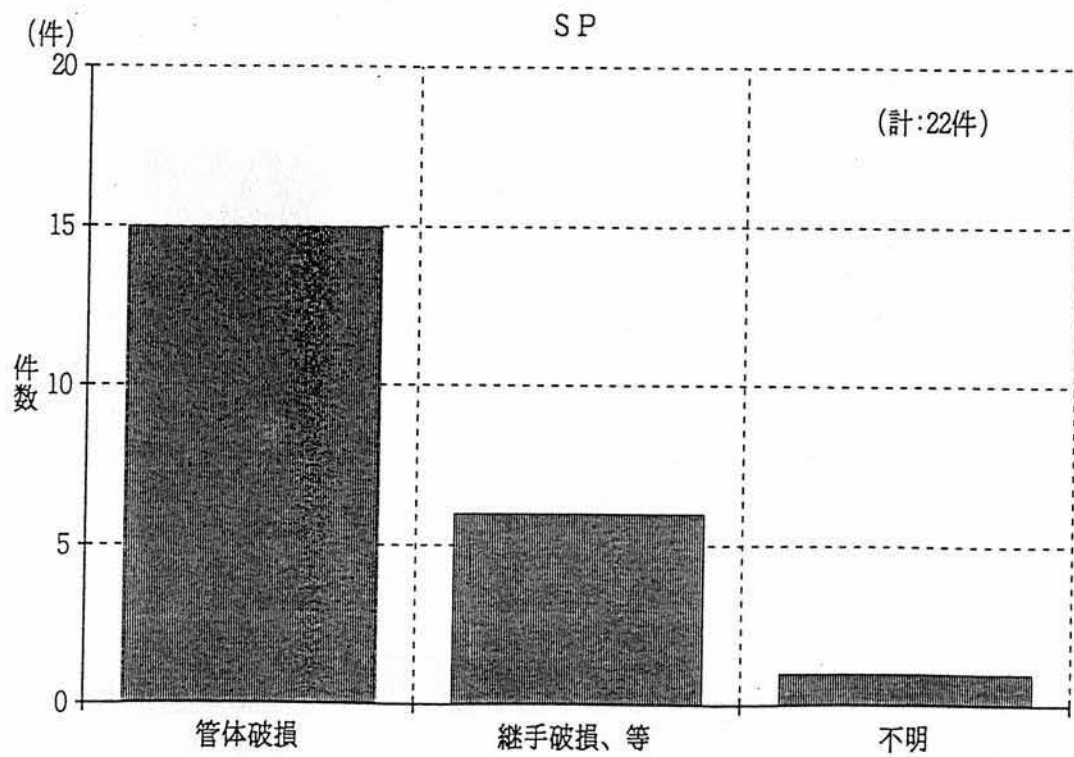
各管種の被害形態件数（全事業体）



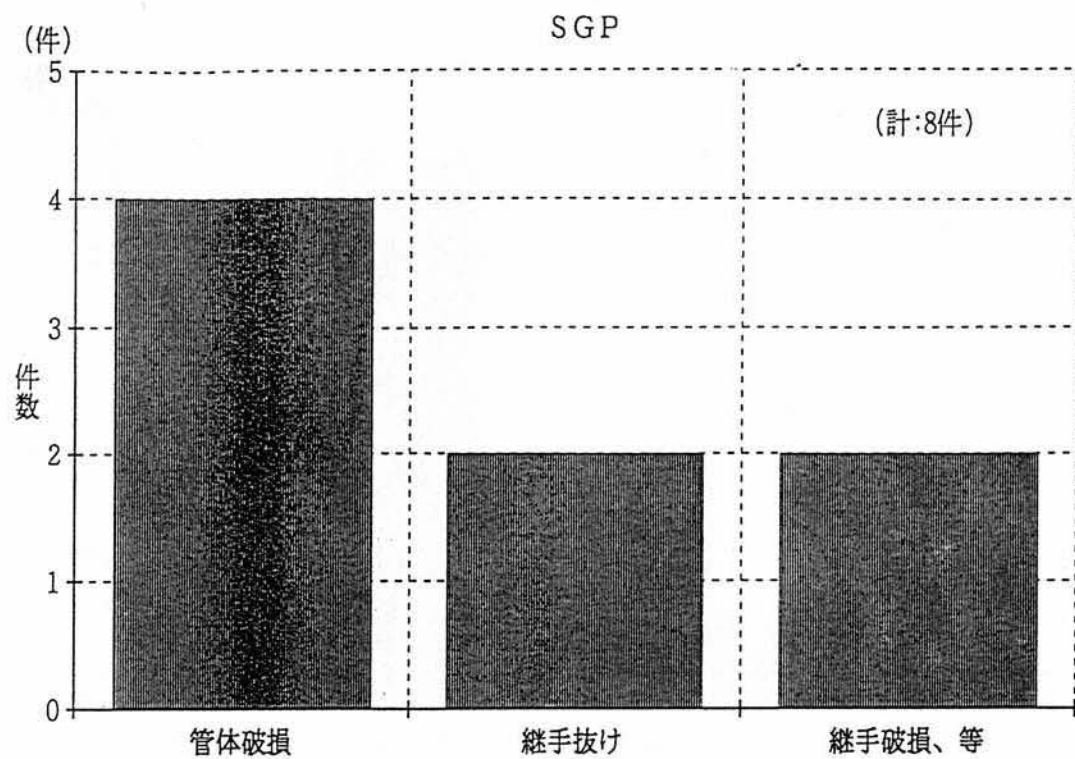
各管種の被害形態件数（全事業体）



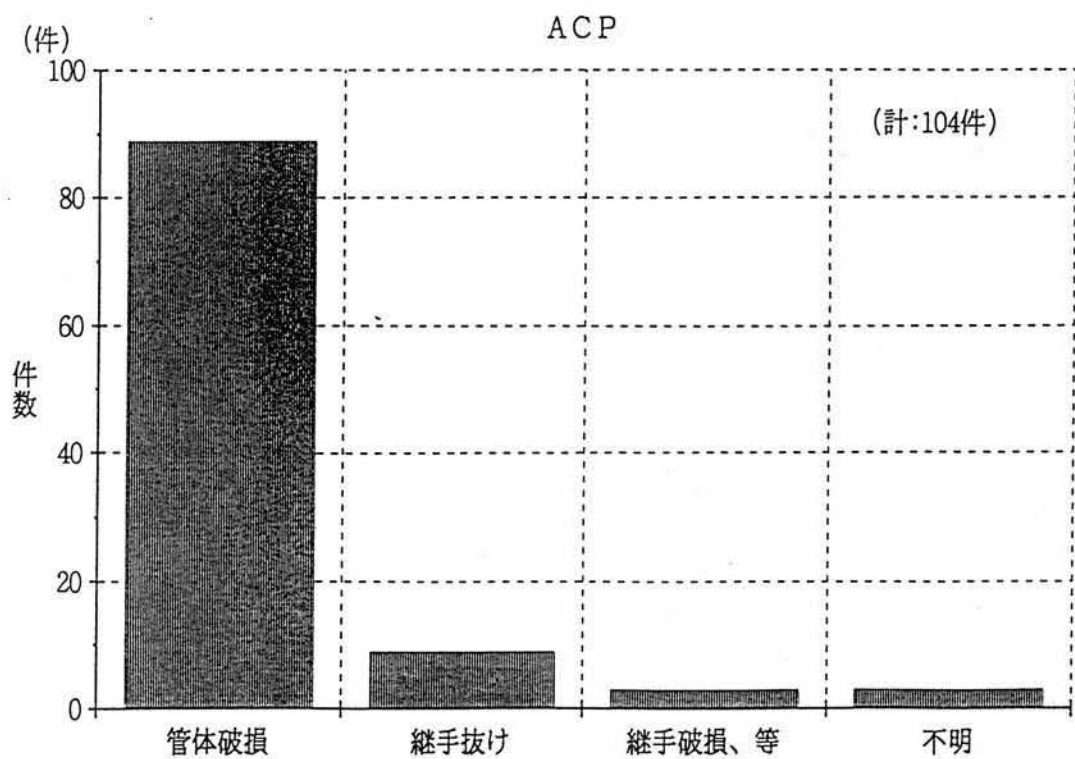
各管種の被害形態件数（全事業体）



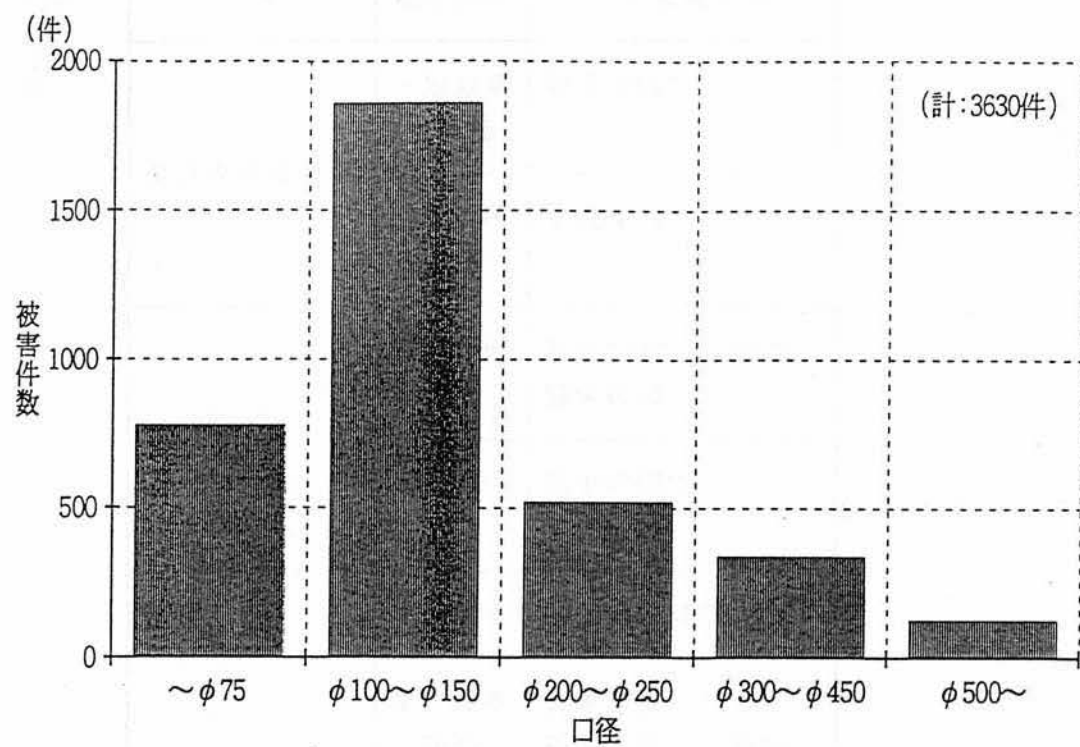
各管種の被害形態件数（全事業体）



各管種の被害形態件数（全事業体）



口径別の被害件数（全事業体）

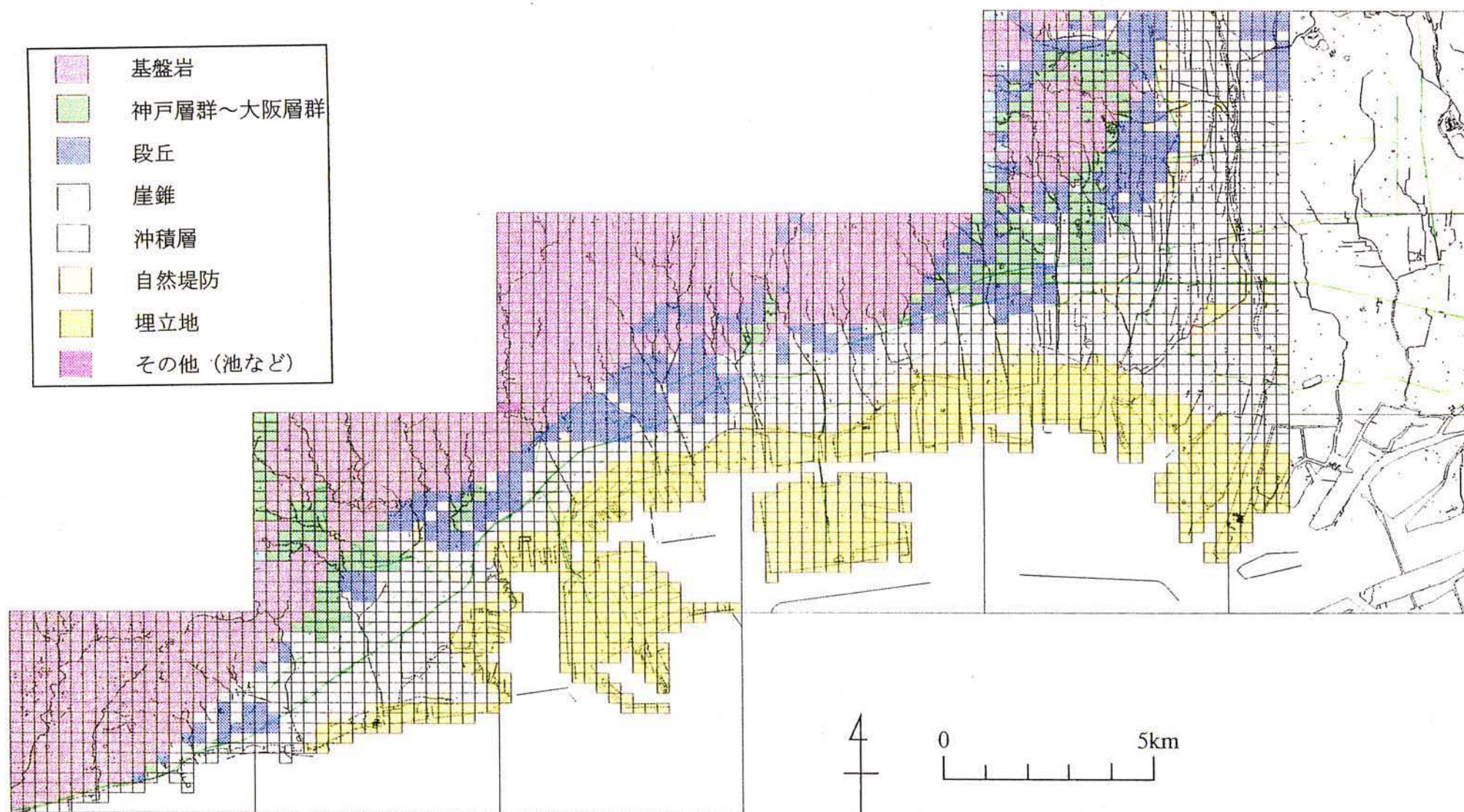


各管種の主な被害モード

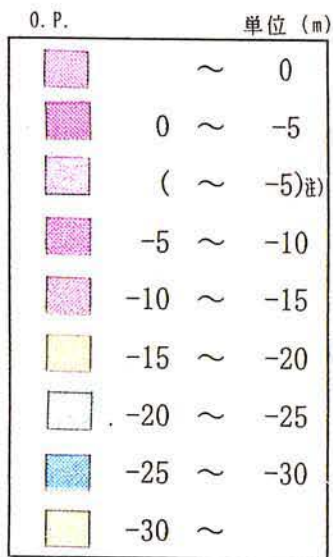
管 種	継手形式	主な被害形態
ダクタイル管	一般継手 (A、K、T形)	継手の抜け
	耐震継手 (S、SII形)	被害なし
鑄鉄管	印ろう形	継手の緩み・抜け 管体破損
	A形	継手の抜け 管体破損
鋼管	溶接継手	溶接部の破損
	ネジ継手 (SGP)	管体破損 継手の抜け、破損
硬質塩化ビニル管	TS形	管体破損 継手の抜け・破損
石綿セメント管	ゴム継手	管体破損 継手の抜け・破損

3. 被害要因分析

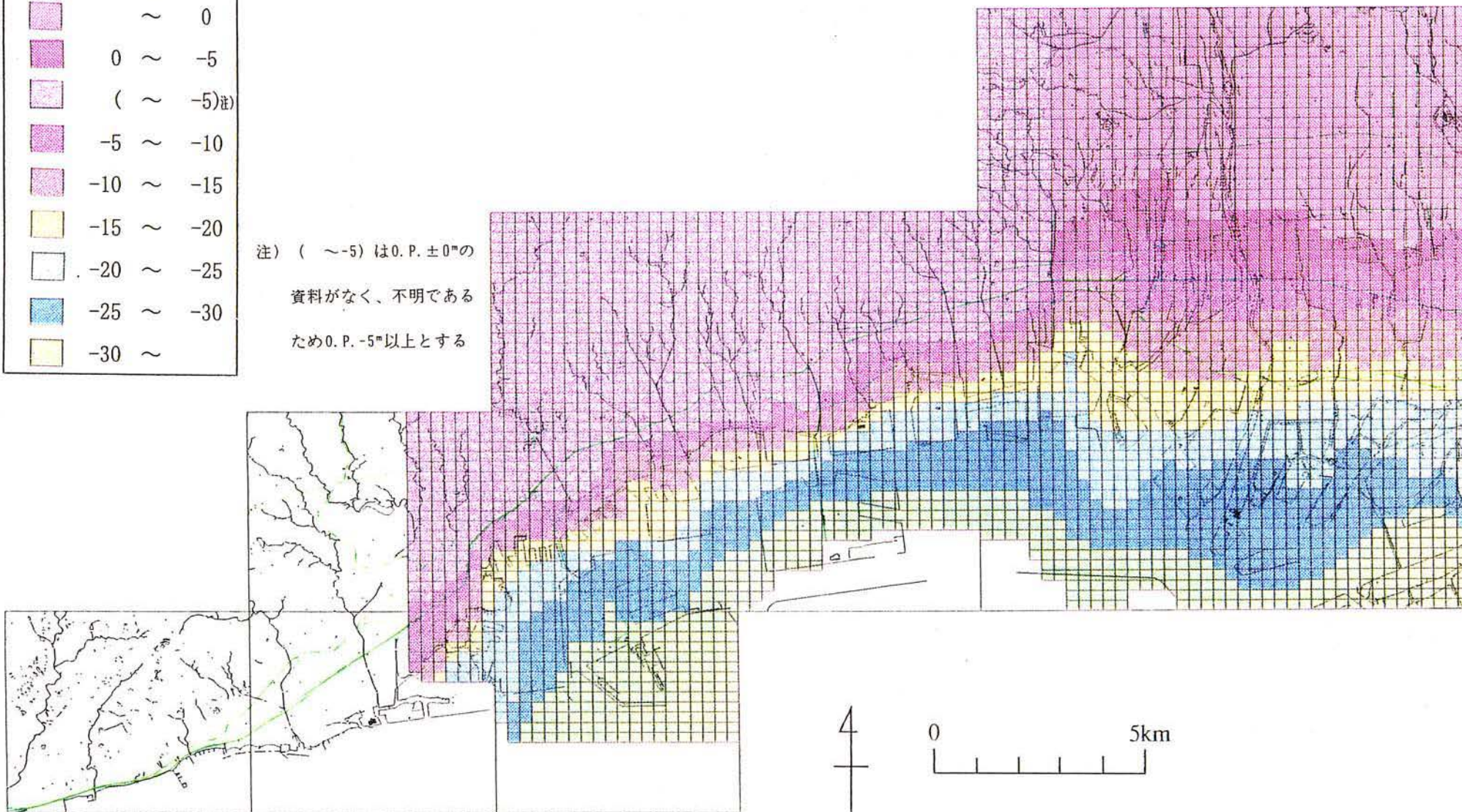
3.1 被害と要因の メッシュデータベース



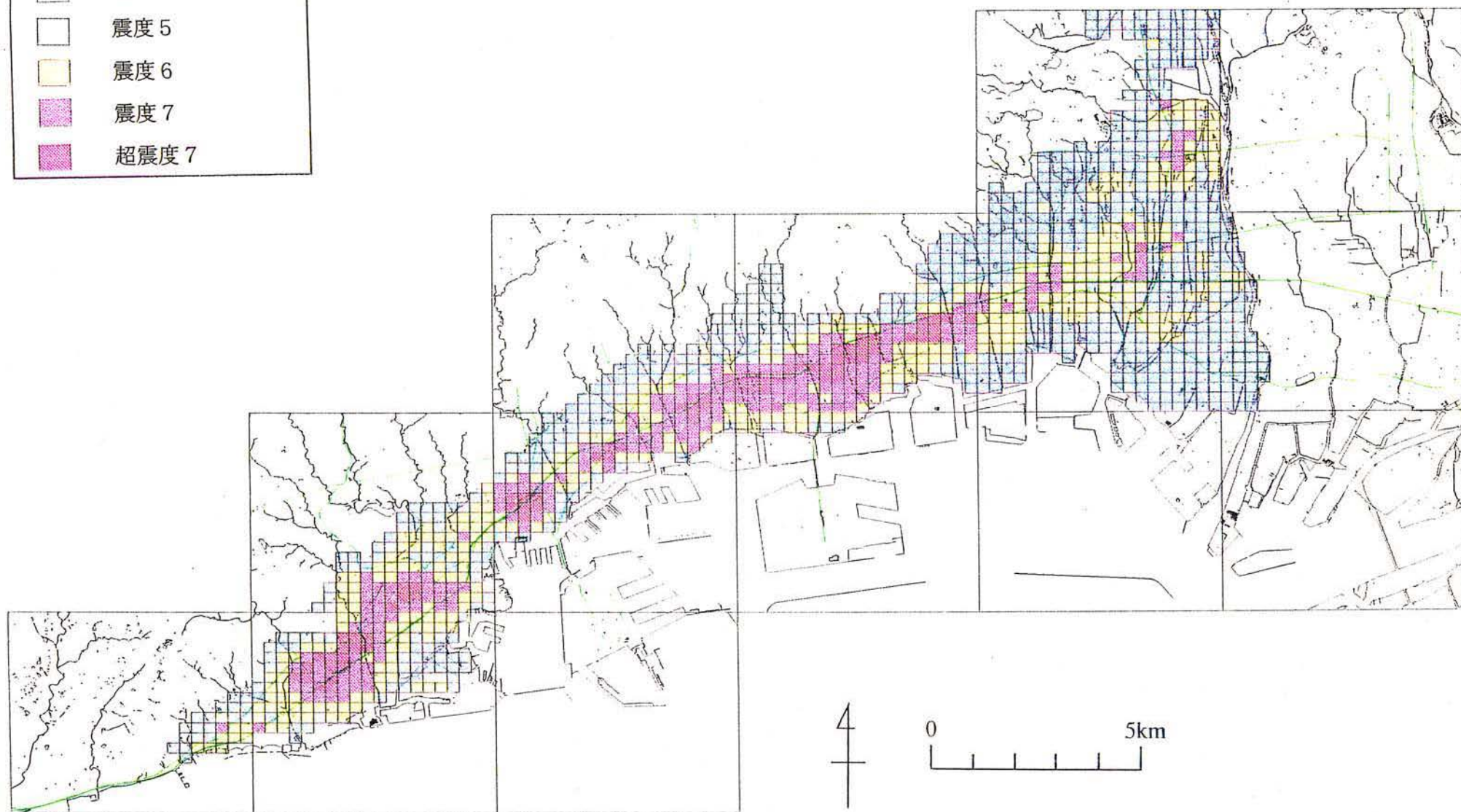
表層地質



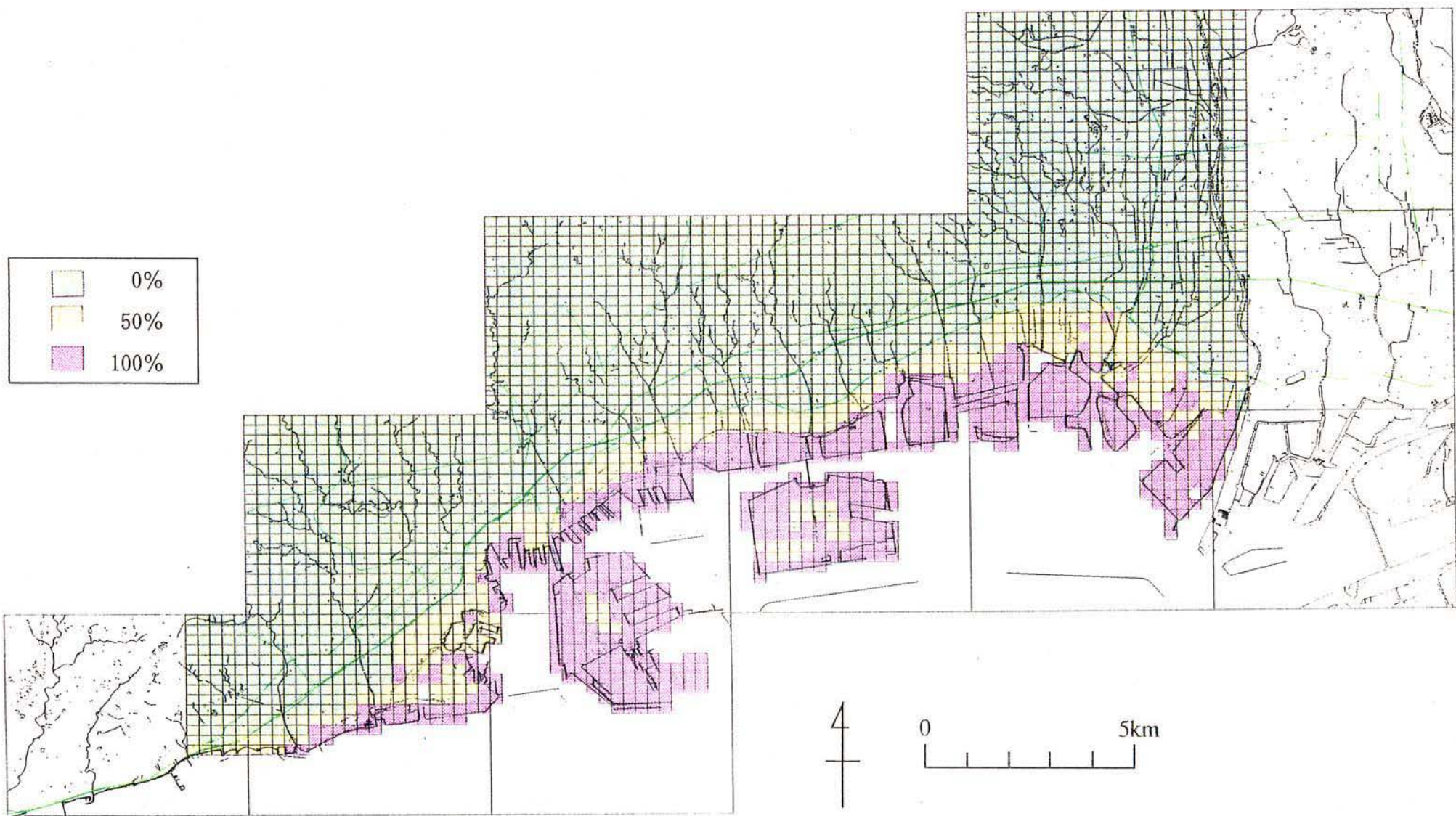
注) (~-5) はO. P. $\pm 0^m$ の
資料がなく、不明である
ためO. P. -5^m以上とする



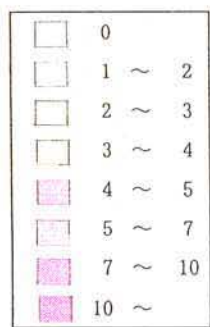
沖積層深さ (沖積層底面をO. P. レベルで表示)



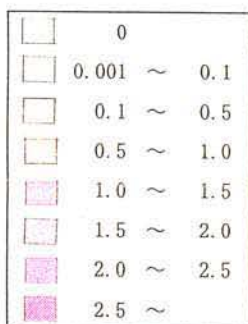
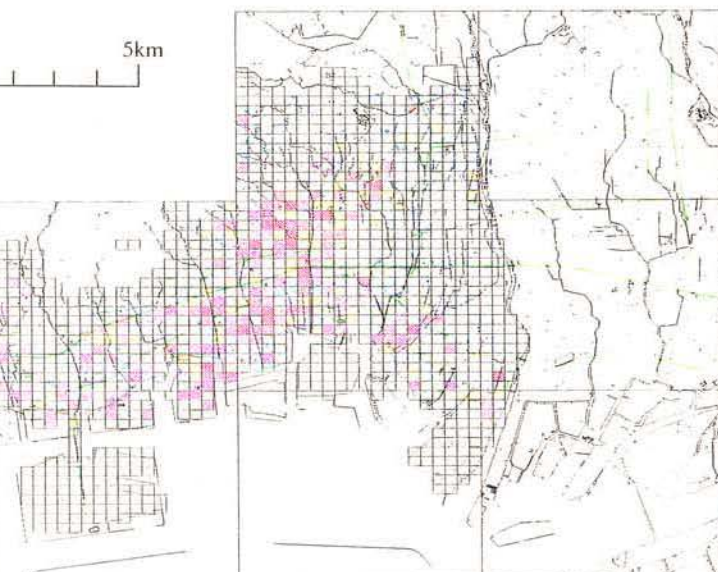
震度階



液状化

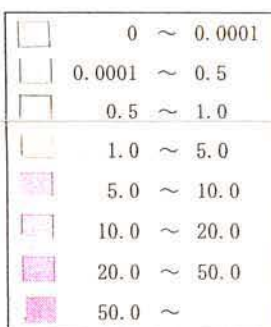
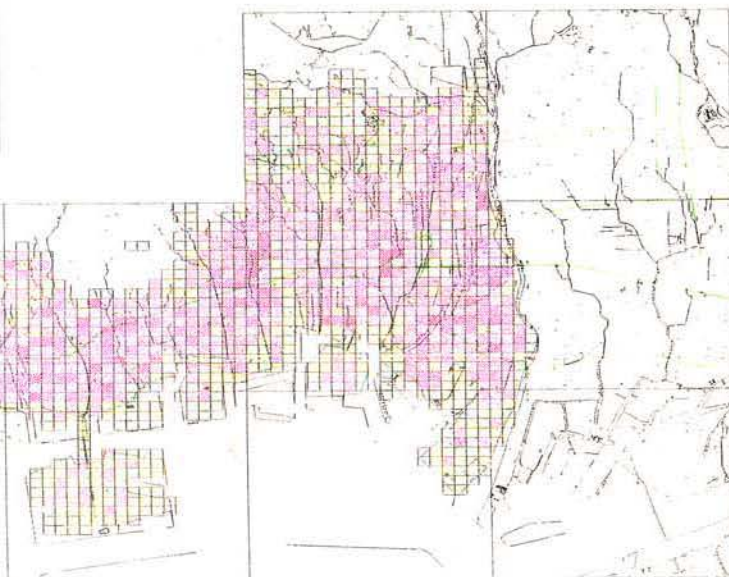


(a) 総被害件数



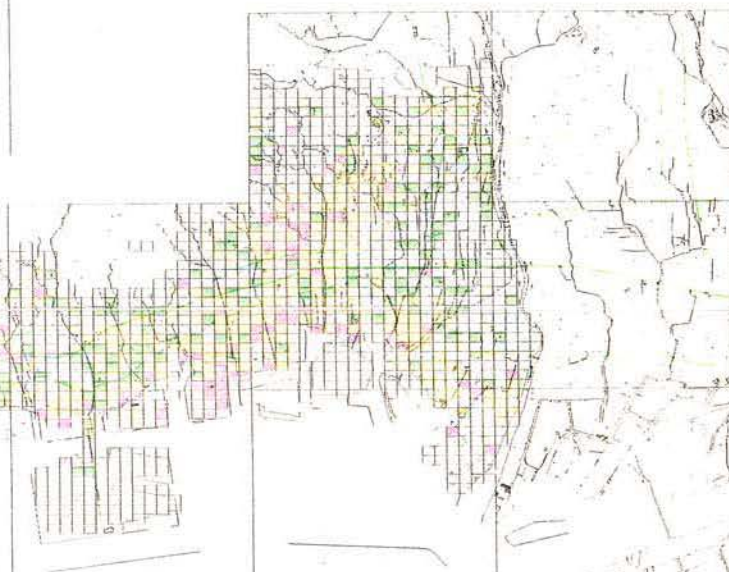
(b) 総延長

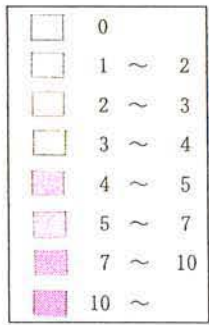
単位: Km



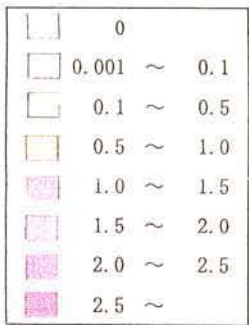
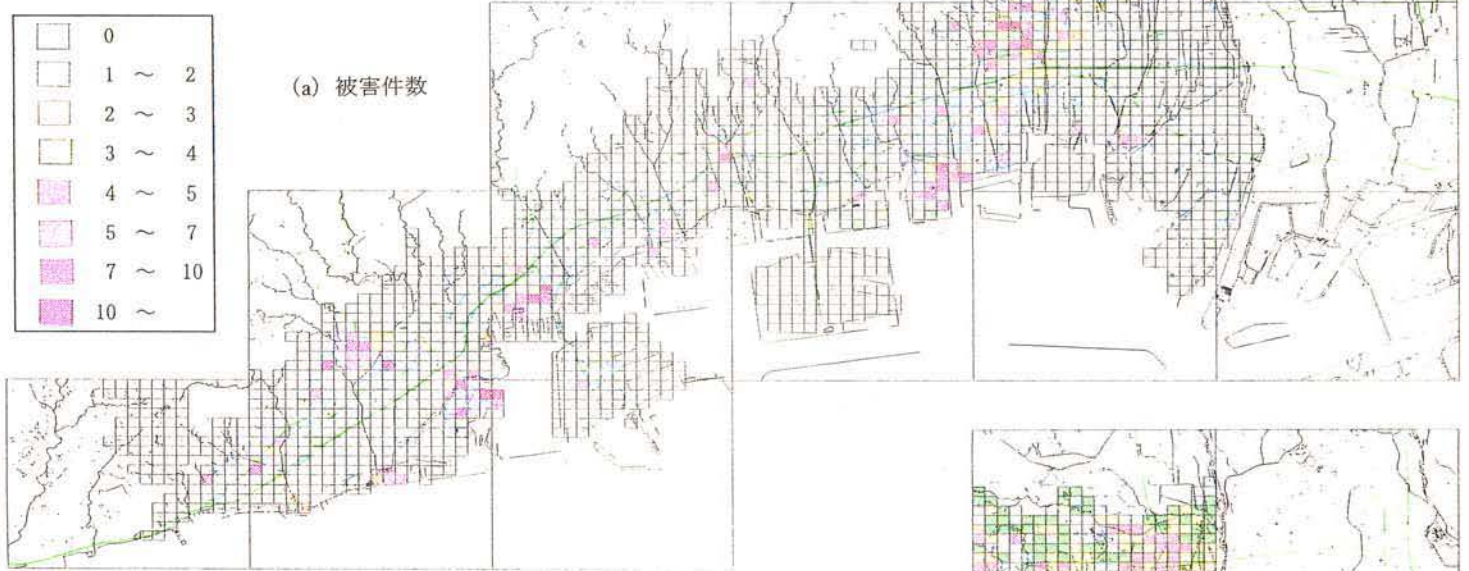
(c) 総被害率

件/Km



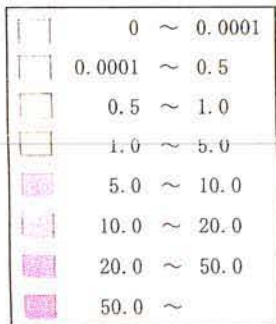


(a) 被害件数



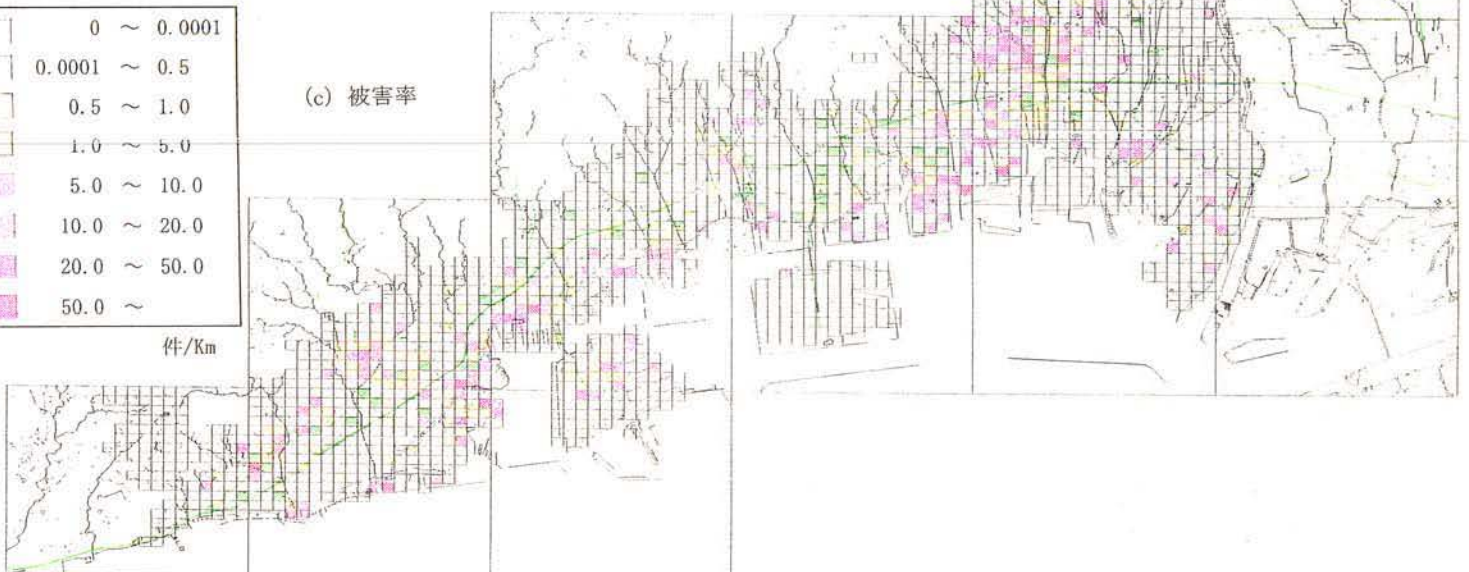
(b) 延長

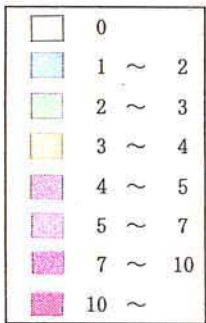
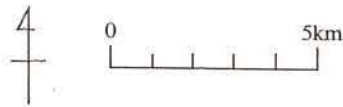
単位: Km



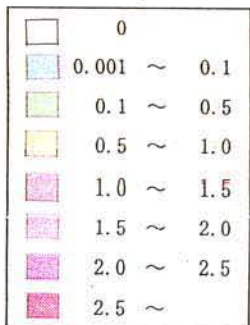
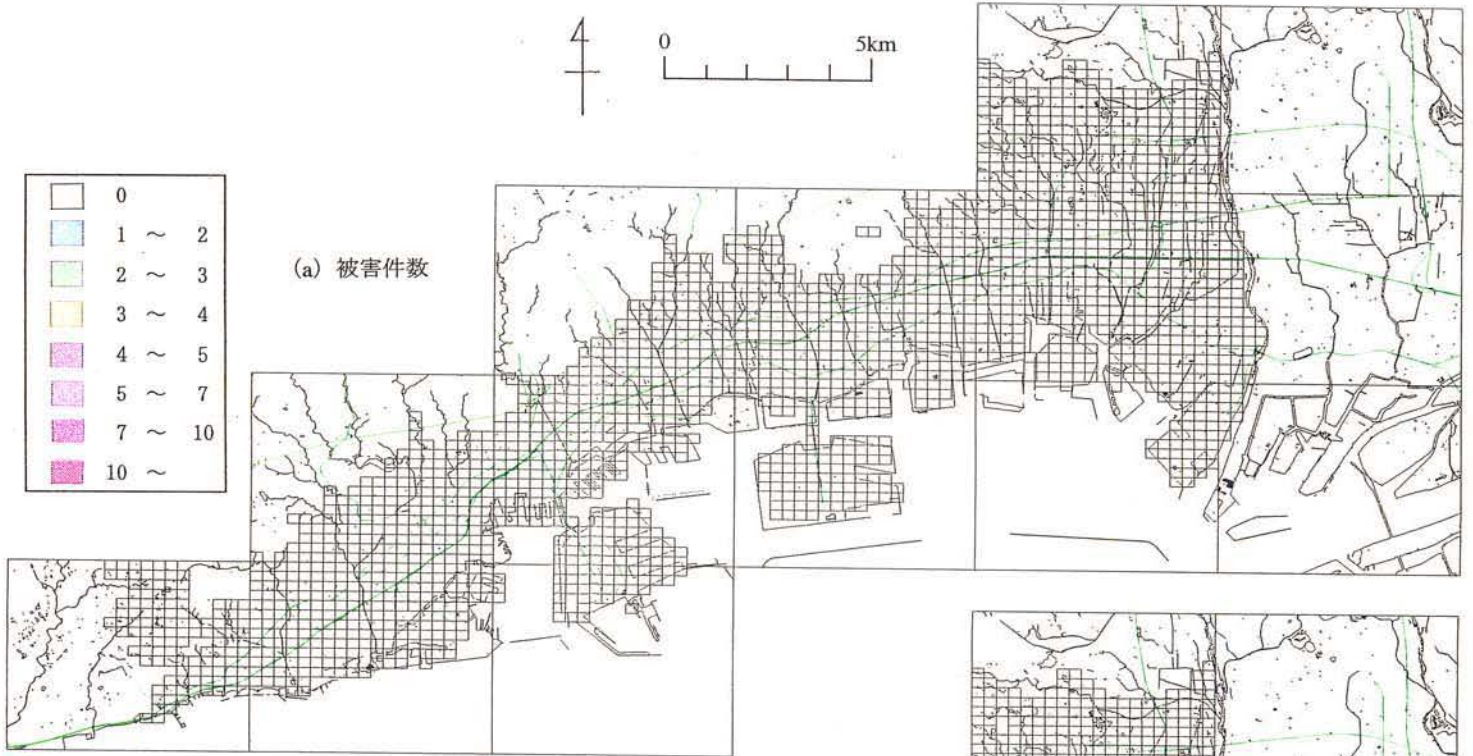
(c) 被害率

件/Km



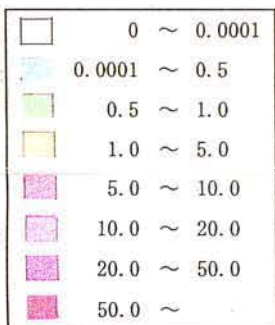
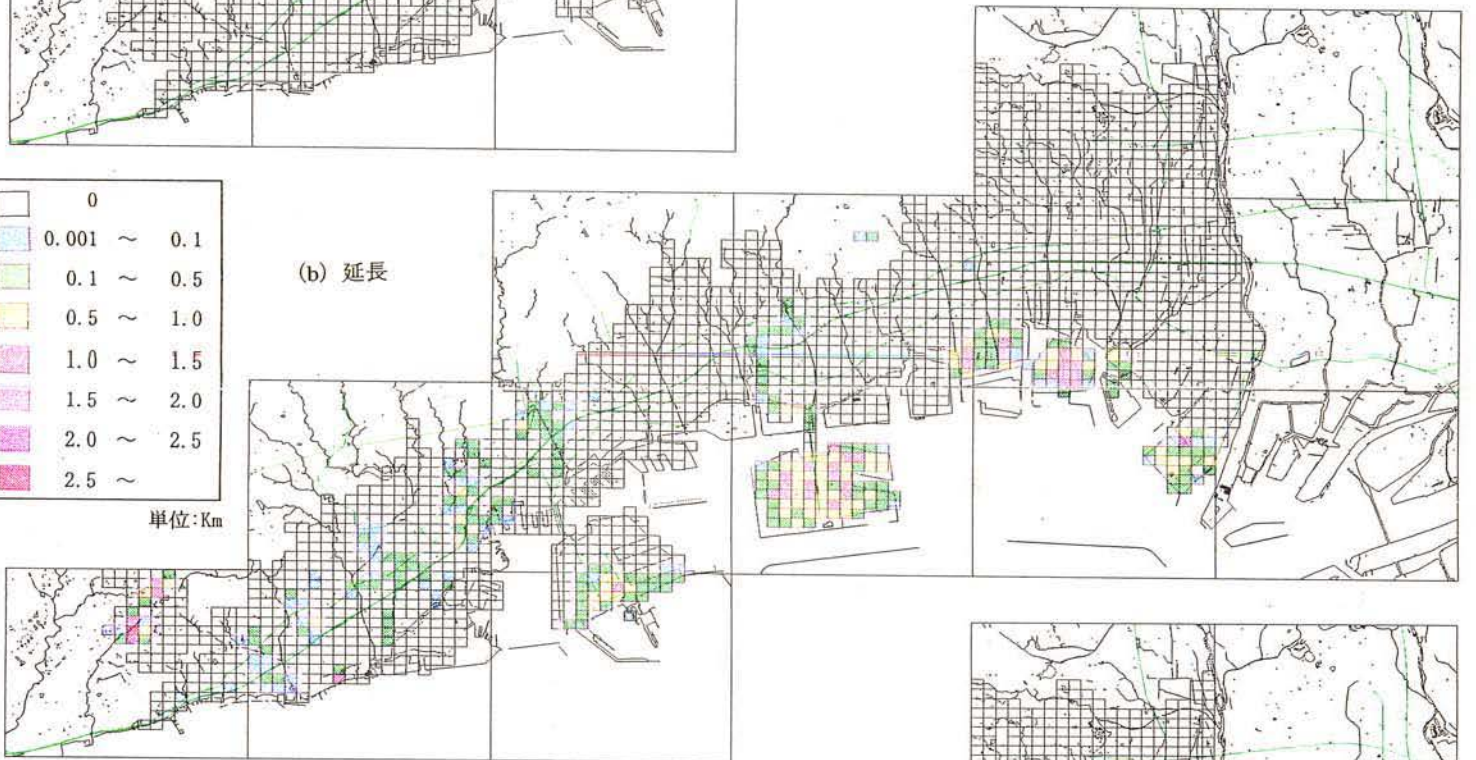


(a) 被害件数



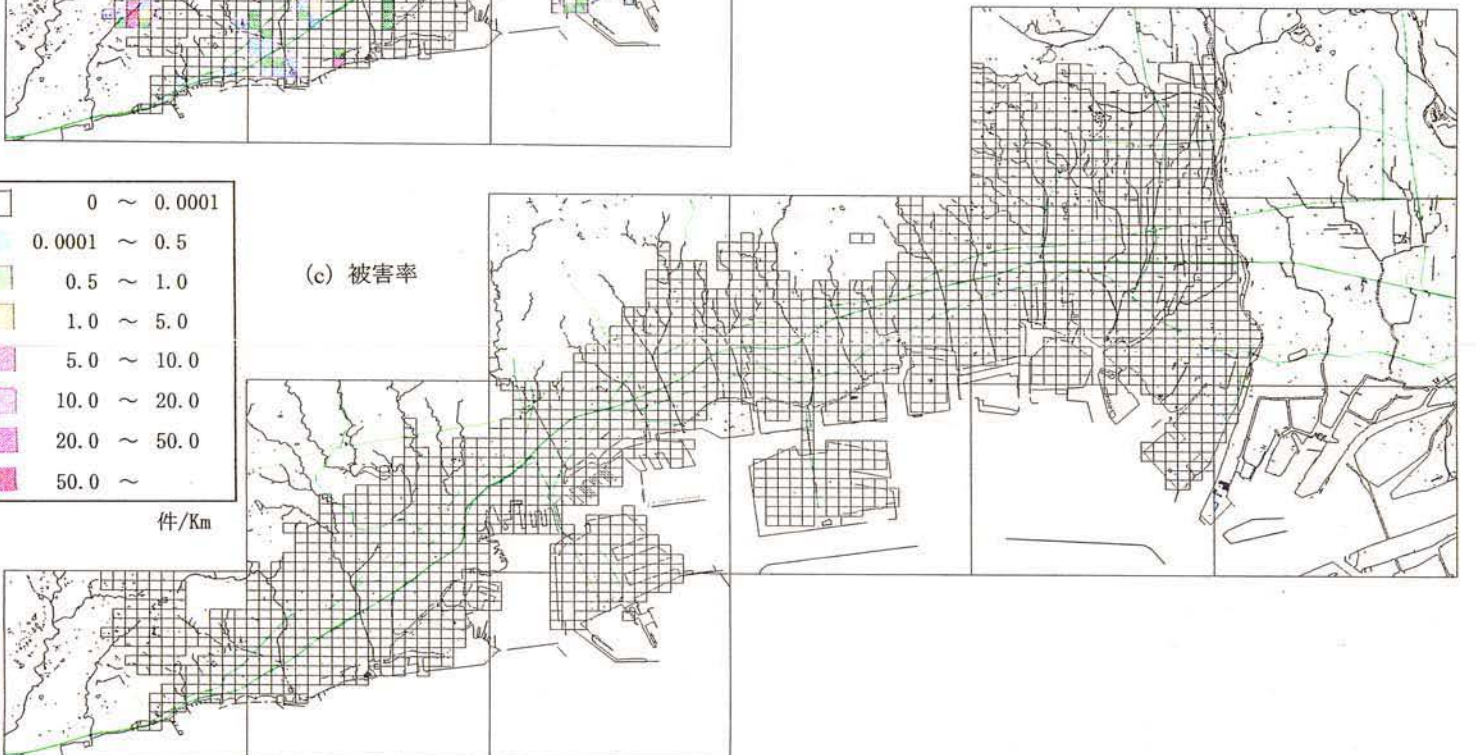
(b) 延長

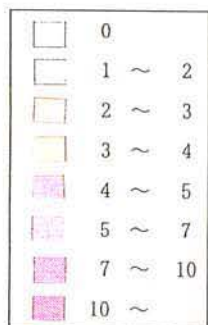
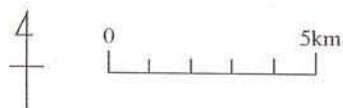
単位: Km



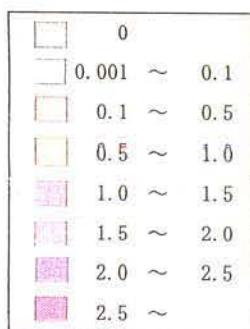
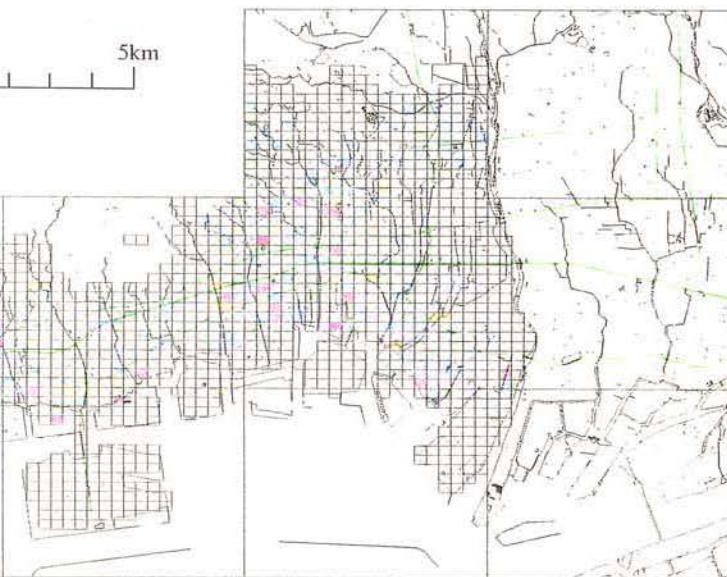
(c) 被害率

件/Km



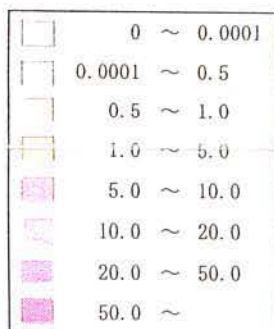
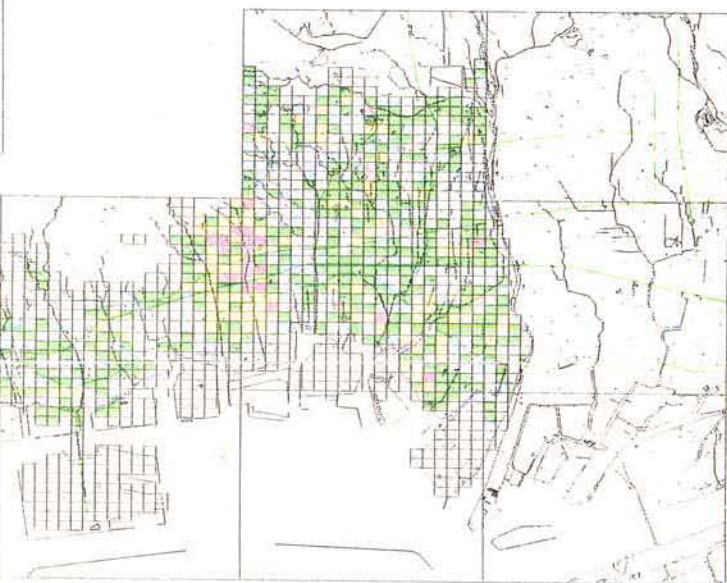


(a) 被害件数



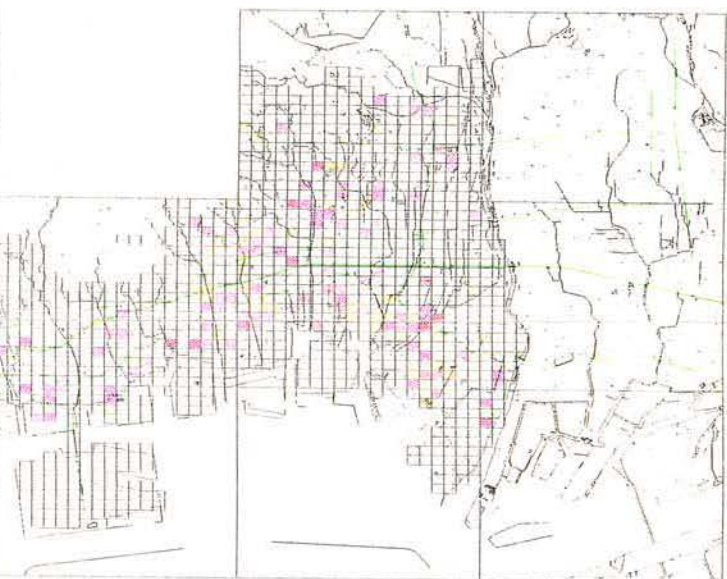
(b) 延長

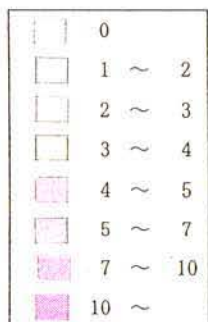
単位: Km



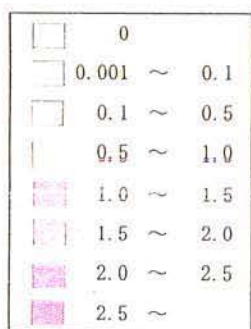
(c) 被害率

件/Km



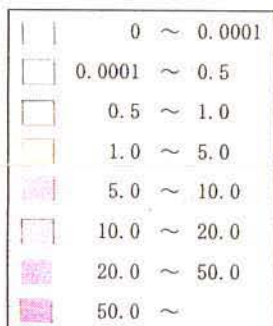


(a) 被害件数



(b) 延長

単位: Km



(c) 被害率

件/Km



3. 2 クロス集計

上段：被害件数(件)
中段：埋設延長(km)
下段：被害率(件/km)

27

神戸市被害のクロス集計表

上段：被害件數(件)
中段：埋設延長(km)
下段：被害率(件/km)

[illegible]

芦屋市被害のクロス集計表

上段：被害件数(件)
中段：埋設延長(km)
下段：被害率(件/km)

	管の被害箇所及び形態							管 種							管 径							管 度							表 層 地 質							液 状 化 率		
	直管部 破損	継手部 破損	継手部 抜け	継手部 突込み	継手部 不明	属具 破損	不明	DIP	CIP	VP	SP	SGP	不明	φ75	φ100	φ200	φ300	φ500	不明	φ4	5	6	7	超7	基盤岩	沖積層	埋立地	0%	50%	100%								
直管部 破損	88 176.3 0.499	—	—	—	—	—	—	0	54	33	1	—	—	0	47	36	4	1	0	0	2	36	25	21	4	41	33	13	1	68	19	1						
継手部 破損	—	17	—	—	—	—	—	54.62	68.68	32.45	0.965	—	9.597	54.65	84.84	16.26	12.59	6.234	1.731	10.37	84.22	47.24	26.46	8.014	97.81	51.20	12.35	14.94	136.0	26.15	14.16							
継手部 抜け	—	176.3 0.096	—	—	—	—	—	0	13	4	0	—	—	0	7	9	1	0	0	0	1	5	10	1	0	3	9	5	0	4	13	0						
継手部 突込み	—	—	95	—	—	—	—	82	3	10	0	—	—	0	29	58	4	4	0	0	10	52	17	12	4	34	27	3	31	52	12	31						
継手部 不明	—	176.3 0.539	—	—	—	—	—	54.62	68.68	32.45	0.965	—	9.597	54.65	84.84	16.26	12.59	6.234	1.731	10.37	84.22	47.24	26.46	8.014	97.81	51.20	12.35	14.94	136.0	26.15	14.16							
属具 破損	—	—	73	—	—	—	—	0	14	58	0	—	—	0	56	13	2	2	0	0	1	35	17	17	3	16	38	16	3	40	29	4						
不明	—	176.3 0.414	—	—	—	—	—	54.62	68.68	32.45	0.965	—	9.597	54.65	84.84	16.26	12.59	6.234	1.731	10.37	84.22	47.24	26.46	8.014	97.81	51.20	12.35	14.94	136.0	26.15	14.16							
不明	—	—	0	—	—	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
不明	—	176.3 0	—	—	—	—	—	54.62	68.68	32.45	0.965	—	9.597	54.65	84.84	16.26	12.59	6.234	1.731	10.37	84.22	47.24	26.46	8.014	97.81	51.20	12.35	14.94	136.0	26.15	14.16							
不明	—	—	5	—	—	—	—	3	0	1	1	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	2	2	1	0	3	2	0						
不明	—	176.3 0.028	—	—	—	—	—	54.62	68.68	32.45	0.965	—	9.597	54.65	84.84	16.26	12.59	6.234	1.731	10.37	84.22	47.24	26.46	8.014	97.81	51.20	12.35	14.94	136.0	26.15	14.16							
不明	—	—	65	—	—	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
不明	—	—	—	—	—	—	—	38	2	25	0	—	—	0	42	16	3	4	0	0	0	25	28	8	4	28	27	8	2	44	19	2						
不明	—	—	—	—	—	—	—	13	4	4	5	0	—	0	6	4	1	2	0	0	0	3	8	1	1	5	8	0	0	10	3	0						
不明	—	176.3 0.074	—	—	—	—	—	54.62	68.68	32.45	0.965	—	9.597	54.65	84.84	16.26	12.59	6.234	1.731	10.37	84.22	47.24	26.46	8.014	97.81	51.20	12.35	14.94	136.0	26.15	14.16							
DIP	—	—	—	—	—	—	—	89	—	—	—	—	—	20	61	3	5	0	0	0	10	50	23	3	35	23	2	29	49	11	29							
CIP	—	—	—	—	—	—	—	64.62	—	—	—	—	—	12.44	34.84	4.883	6.149	6.012	0.295	3.381	36.79	15.25	7.485	1.710	33.36	12.77	5.595	12.89	42.33	10.11	12.18							
VP	—	—	—	—	—	—	—	1.688	1.751	0.614	0.813	—	—	1.688	1.751	0.614	0.813	—	—	2.958	1.359	1.115	1.202	1.754	1.049	1.801	0.357	2.250	1.158	1.088	381							
SP	—	—	—	—	—	—	—	88	—	—	—	—	—	22	54	8	4	0	0	0	36	31	14	3	43	35	10	0	64	24	0							
SGP	—	—	—	—	—	—	—	68.68	—	—	—	—	—	8.958	42.57	10.32	6.410	0.211	0.204	1.989	30.25	20.60	10.52	2.318	15.84	19.65	3.186	0	60.26	8.361	0.055							
不明	—	—	—	—	—	—	—	1.281	—	—	—	—	—	2.456	1.268	0.775	0.624	0	0	0.802	1.190	1.505	1.330	1.294	0.938	1.781	3.139	0	1.062	2.870	0							
不明	—	—	—	—	—	—	—	111	—	—	—	—	—	103	8	—	—	—	—	0	45	31	29	6	21	59	26	5	62	43	6							
不明	—	—	—	—	—	—	—	32.45	—	—	—	—	—	30.28	2.087	—	—	—	—	0.075	0.985	13.00	8.439	6.550	3.468	12.79	15.09	2.763	1.800	24.98	5.770	1.693						
不明	—	—	—	—	—	—	—	3.421	—	—	—	—	—	3.401	3.833	—	—	—	—	0	3.461	3.673	4.427	1.730	1.642	3.910	5.410	2.778	2.482	7.452	3.544							
不明	—	—	—	—	—	—	—	0.965	—	—	—	—	—	0	0	2	—	—	—	0	2	0	—	—	0	0	0	0	1	0	0	0						
不明	—	—	—	—	—	—	—	2.072	—	—	—	—	—	0.314	0.652	—	—	—	—	0	0.626	0.203	0	0.135	0.514	0.374	0.076	0	0.791	0.173	0							
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0.069	—	—	—	—	0	3.195	0	0	0	1.946	0	0	0	0	1.264	0	0						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
不明																																						

西宮市被害のクロス集計表

上段：被害件数(件)
中段：埋設延長(km)
下段：被害率(件/km)

	管の被害箇所及び形態										管 種										管 径										震 度 階					表 層 地 質					液 状 化 率		
	直管部 破損	継手部 破損	継手部 抜け	継手部 破損	継手部 突出	継手部 不明	属具 破損	不明	DIP	CIP	VP	SP	SGP	ACP	不明	φ75	φ100	φ150	φ200	φ300	φ450	φ500	不明	～4	5	6	7	超7	基岩 面	沖積層 砂州	埋立地	0%	50%	100%									
直管部 破損	152 825.7 0.184	—	—	—	—	—	—	—	0	68	51	1	2	30	0	65	68	17	2	0	0	0	0	8	101	39	4	0	40	92	12	8	95	40	17								
継手部 破損	—	56 825.7 0.068	—	—	—	—	—	—	0	18	36	0	1	1	0	39	13	3	1	0	0	0	0	3	46	5	2	0	18	36	1	1	33	18	5								
継手部 抜け	—	—	399 825.7 0.483	—	—	—	—	—	237	86	66	0	1	9	0	107	213	62	17	0	0	0	0	15	282	85	17	0	239	138	7	15	311	68	20								
継手部 破損	—	—	—	63 825.7 0.076	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
継手部 突出	—	—	—	—	—	—	—	—	0	167	0.191	0	0.914	0.041	0	0.203	0.029	0.029	0.016	0	0	0	0	0.041	0.092	0.023	0.057	0	0.078	0.080	0.013	0.016	0.051	0.135	0.077								
継手部 不明	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1	3	0	0	0	0	0	3	5	3	1	0	0	0	1	6	5	0	0	0.007	0.013	0	0.003	0.009	0.01	0	0							
属具 破損	—	—	—	—	—	—	126	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
DIP	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
CIP	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								
VP	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
SP	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								
SGP	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
ACP	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
φ75	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								
φ100	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
φ150	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								
φ200	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
φ250	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								
φ300	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
φ450	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								
φ500	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								
～4	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
5	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								
6	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
7	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								
超7	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
基礎地質 砂州	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								
埋立地	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
0%	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								
50%	—	—	—	—	—	—	—	—	491.5	107.6	188.3	5.009	1.094	24.13	8.088	191.9	445.7	102.1	63.29	13.79	8.947	73.51	500.3	215.4	35.32	1.234	232.2	452.6	79.70	61.24	644.8	116.3	64.64	0.051	0.155	0.077							
100%	—	—	—	—	—	—	—	—	247	—	—	—	—	—	—	—	45	143	48	11	0	0	0	10	174	53	10	0	165	65	5	12	205	27	15								

3. 3 観測最大加速度との関係

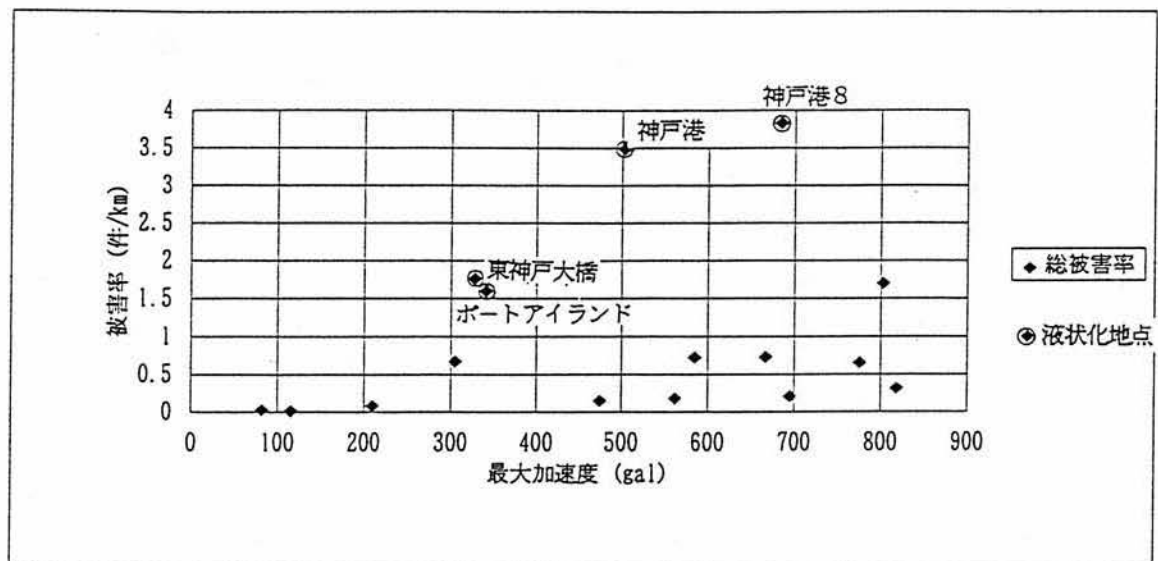
兵庫県南部地震における最大加速度と水道管被害率

観測機関	地点	最大加速度 (gal)			地盤	液状化	水道管被害率 (件/Km)						
		NS	EW	UD			全管種	DIP	CIP	VP	SP	ACP	その他
関震協	福島	181	210	195	Ⅱ	—	0.09	0.00	0.31	—	—	—	—
関震協	神戸大学	270	305	447	Ⅰ	—	0.68	0.30	0.95	—	1.96	—	5.35
関震協	神戸本山	(421)	(775)	(379)	Ⅱ	—	0.66	0.18	2.14	16.39	0.00	—	15.08
J R	宝塚	694	587	—	Ⅱ	—	0.21	0.10	0.32	—	—	50.70	—
J R	鷹取	642	666	290	Ⅱ	—	0.73	0.48	1.43	0.00	0.00	—	2.55
J R	新幹線新神戸	561*	—	344	Ⅱ	—	0.18	0.06	0.54	0.00	0.00	—	0.54
気象庁	大阪	81	66	65	Ⅱ	—	0.03	0.00	0.12	—	—	—	—
気象庁	神戸海洋気象台	818	617	332	Ⅱ	—	0.32	0.21	0.64	0.00	0.00	—	0.53
運輸省	神戸港8	683	394	334	Ⅲ	○	3.84	1.63	6.20	—	0.00	—	3.01
運輸省	神戸港	(502)	205	283	Ⅲ	○	3.49	1.40	6.12	—	—	—	3.75
運輸省	尼崎港	321	472	311	—	—	0.15	0.05	0.82	—	—	—	—
阪神公団	東神戸大橋	281	327	395	Ⅲ	○	1.77	0.69	6.24	—	27.78	—	20.34
神戸市	ポートアイランド	341	284	556	Ⅰ	○	1.60	0.99	5.28	—	0.84	—	13.02
大阪ガス	葺合	687	802	—	—	—	1.70	0.66	4.80	0.00	0.00	—	4.44
大林組	住吉	108	115	113	—	—	0.02	0.00	0.08	—	—	—	—
関電	新神戸SS	511	584	495	—	—	0.73	0.46	1.90	—	0.99	—	5.61

注1) *は水平成分の最大値もしくはベクトル和の最大値

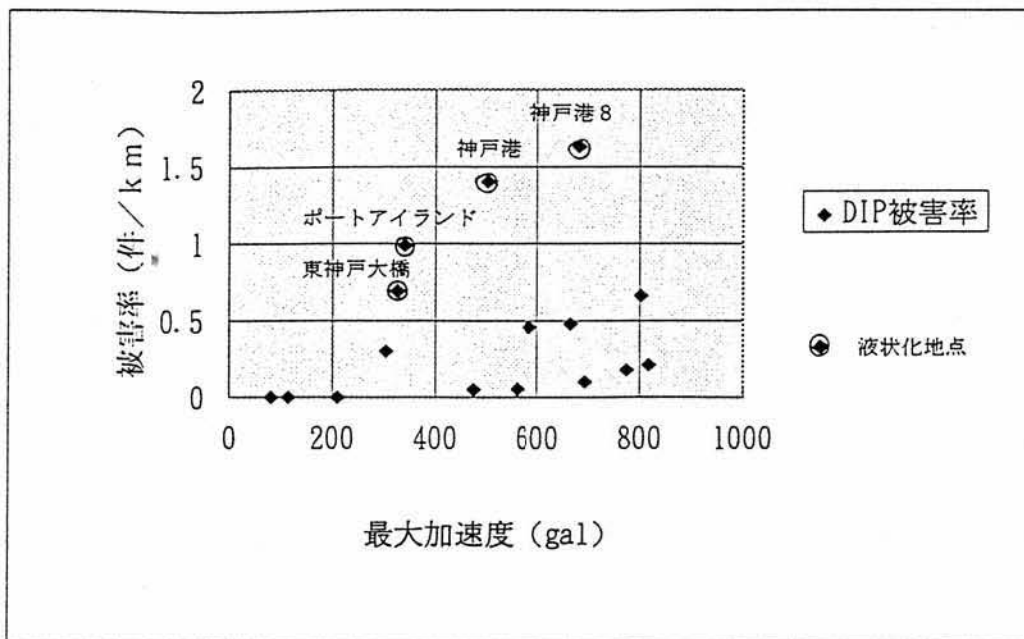
注2) () は振り切れ

注3) 地盤Ⅰ～Ⅲは道路橋示方書等に規定されている地盤種別を示す

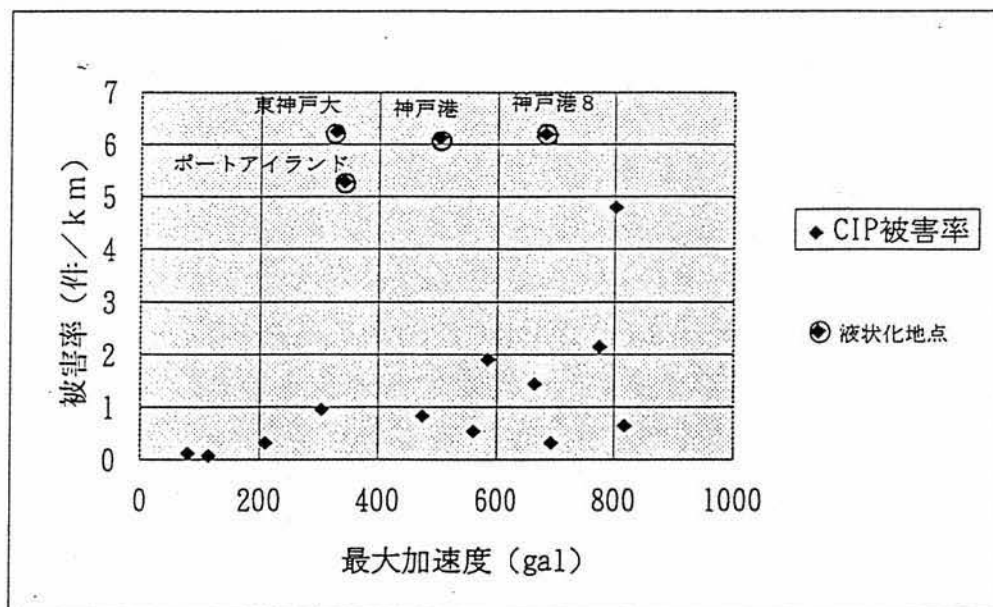


(a) 管路総計

最大加速度と被害率の関係



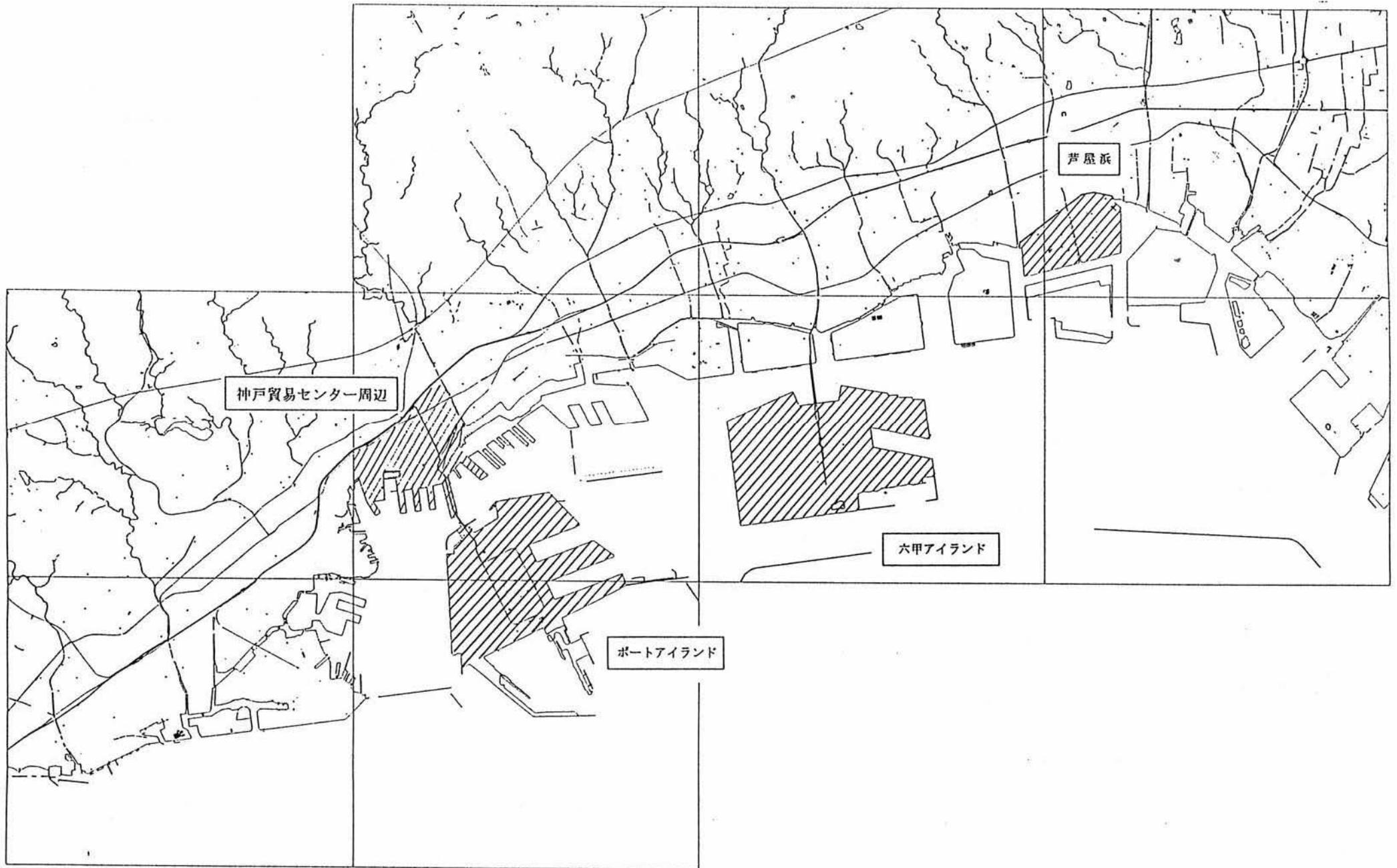
(a) D I P



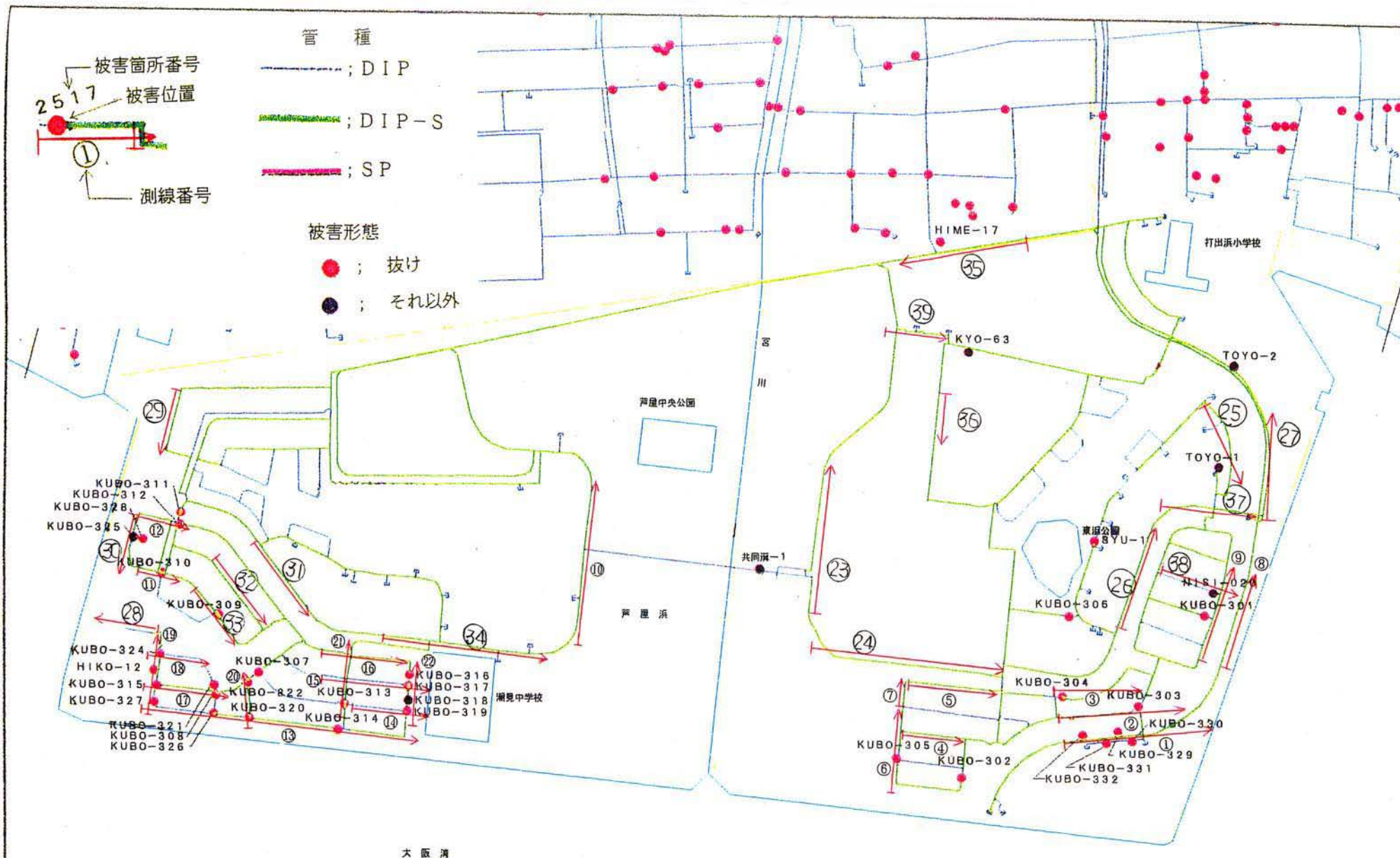
(b) C I P

各管種別の最大加速度と被害率の関係

4. 液状化に伴う永久変位と 被害の関係



対象地区の位置図



耐震継手管（S、SⅡ形）の被害は生じていない。
管路上のプロットはA形異形管部に用いた特殊押輪での抜け出し
あるいは属具（分水栓など）の被害である。

芦屋浜の管網，被害位置，測線位置

管 種

— ; DIP

— ; DIP-S

— ; SP

被害形態

● ; 抜け

● ; それ以外

被害箇所番号

被害位置

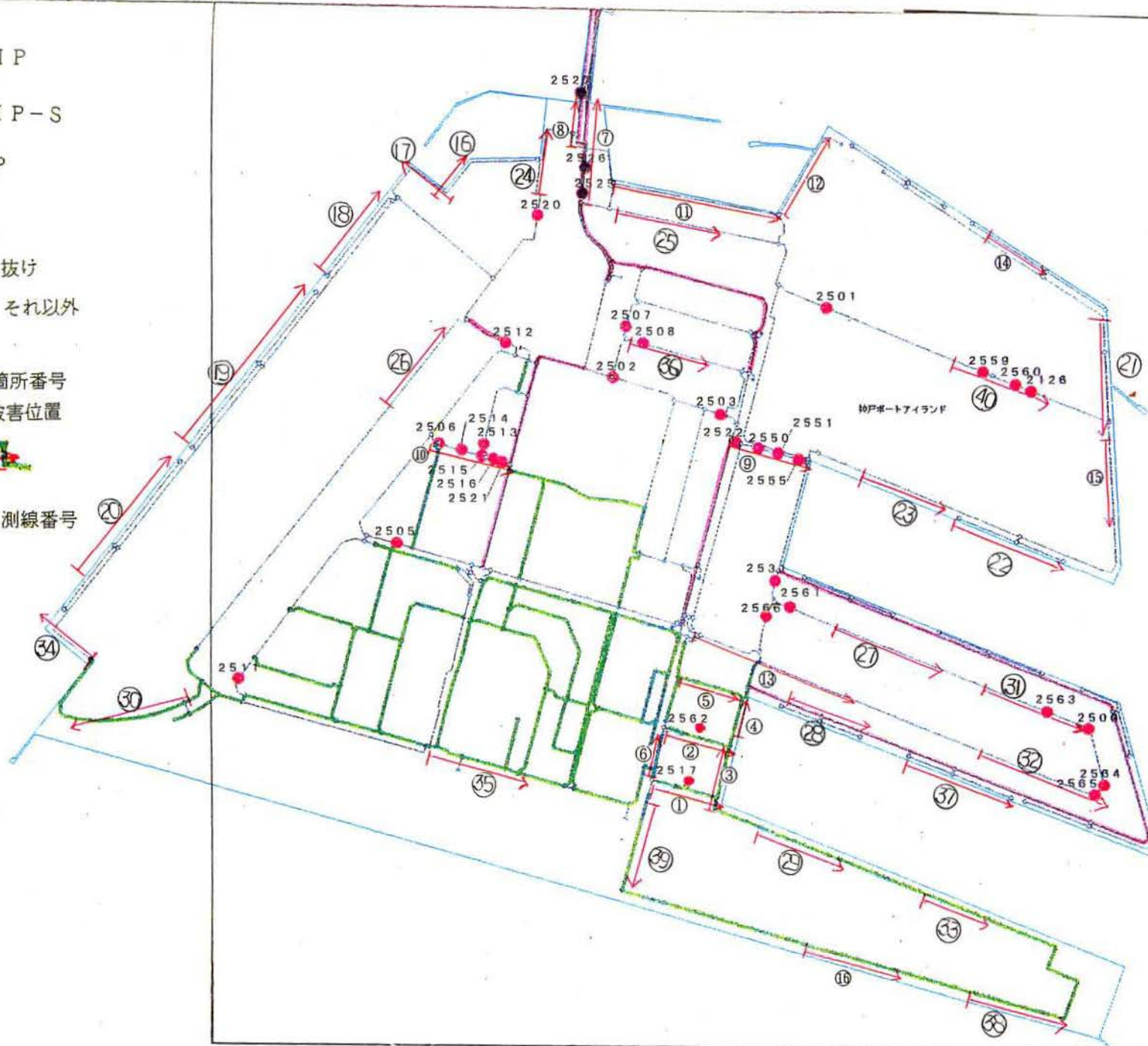


測線番号

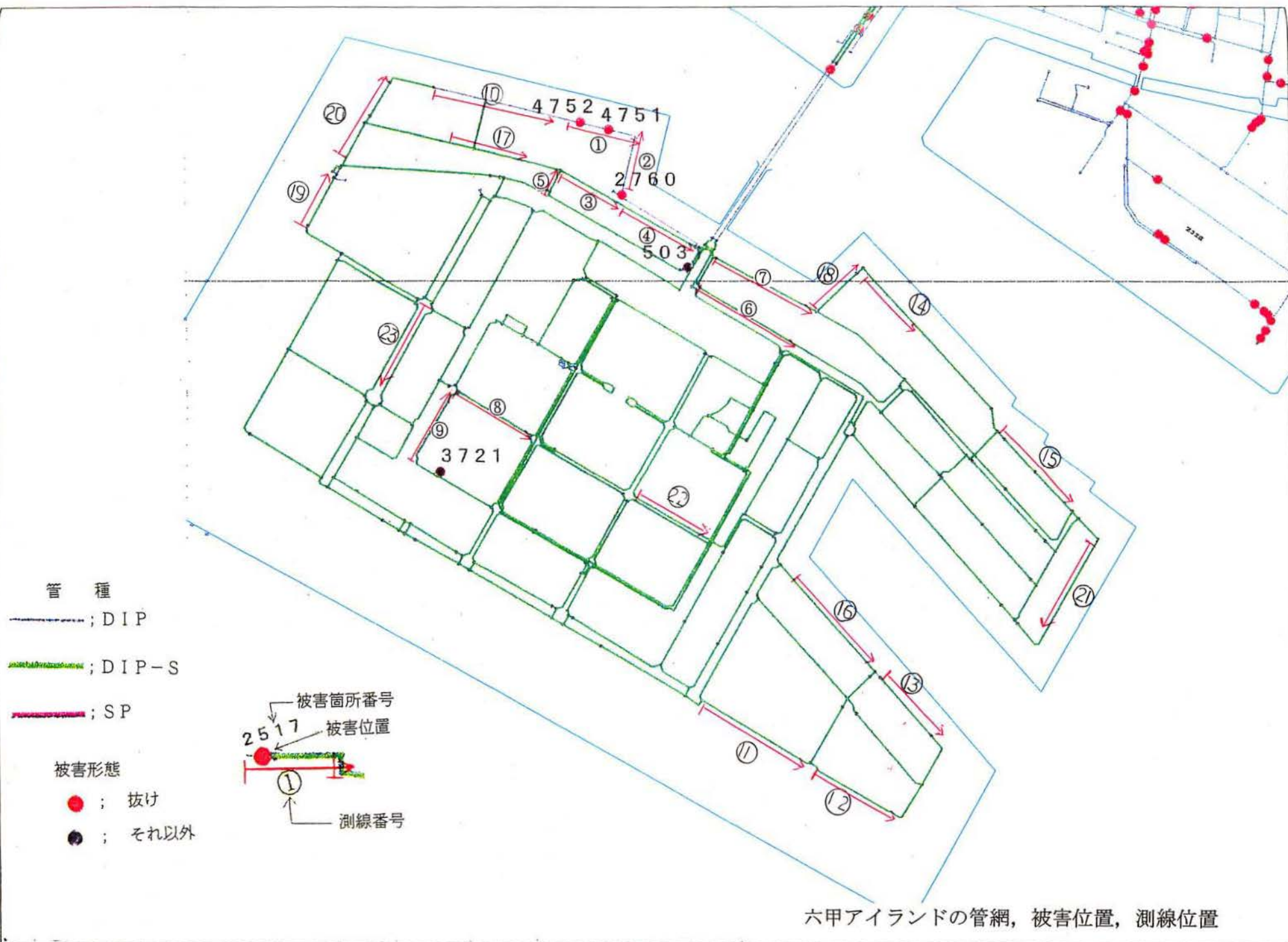
①

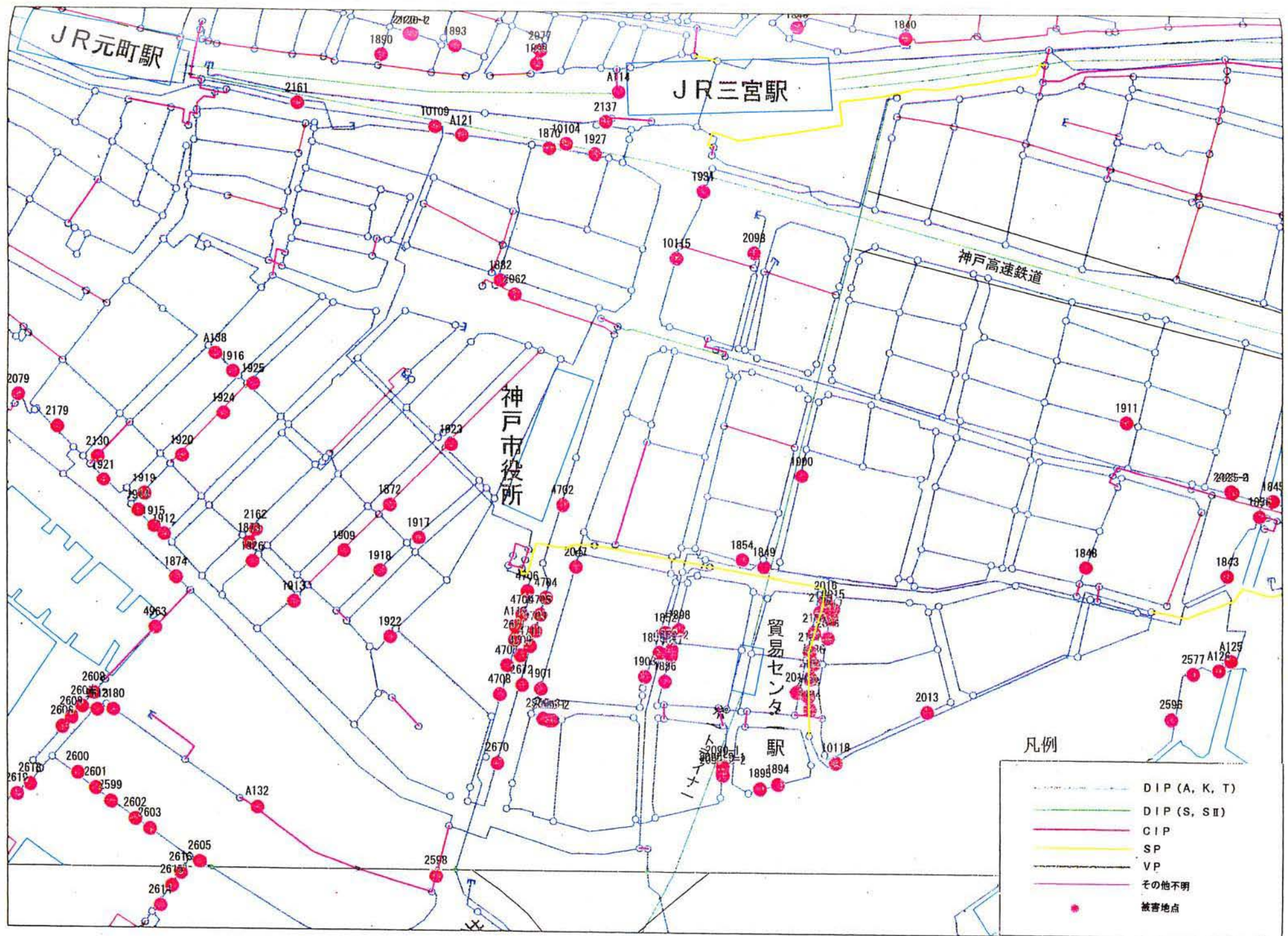
②

23
8

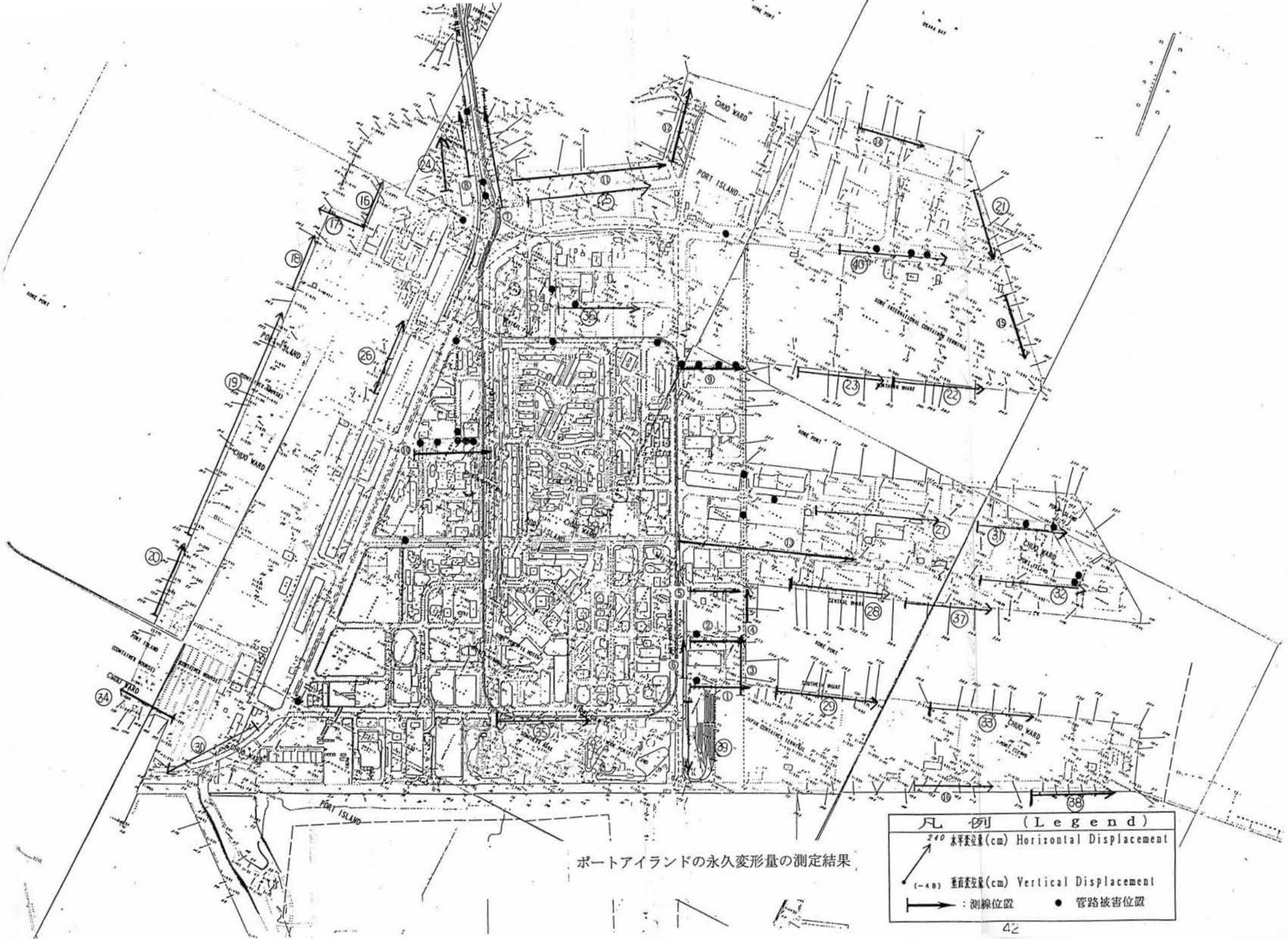


ポートアイランドの管網，被害位置，測線位置





神戸貿易センター周辺の管網，被害位置



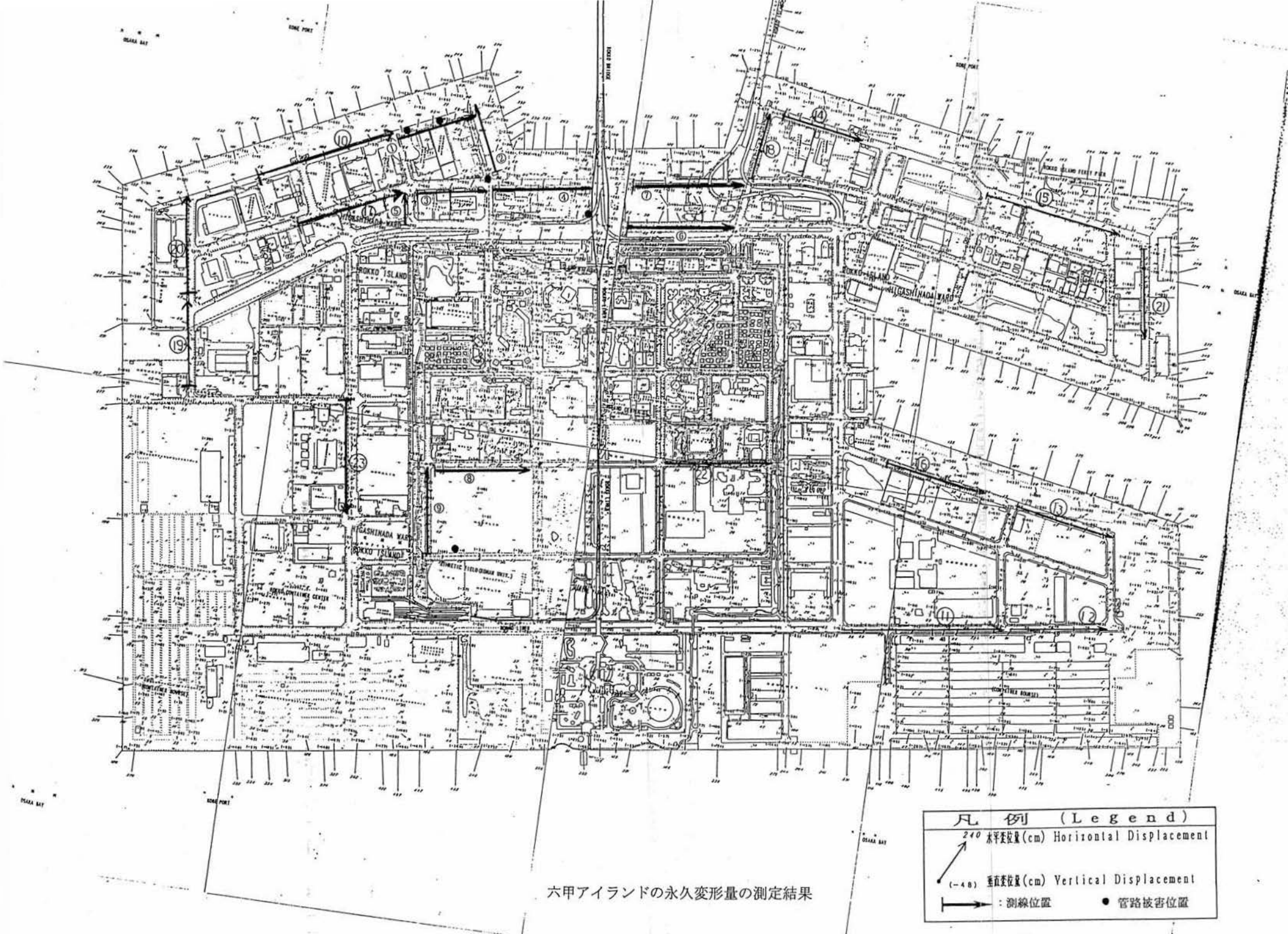
ポートアイランドの永久変形量の測定結果

凡 例 (Legend)

→ 240 水平変位量 (cm) Horizontal Displacement

● (-48) 垂直変位量 (cm) Vertical Displacement

— : 測線位置 ● 管路被害位置

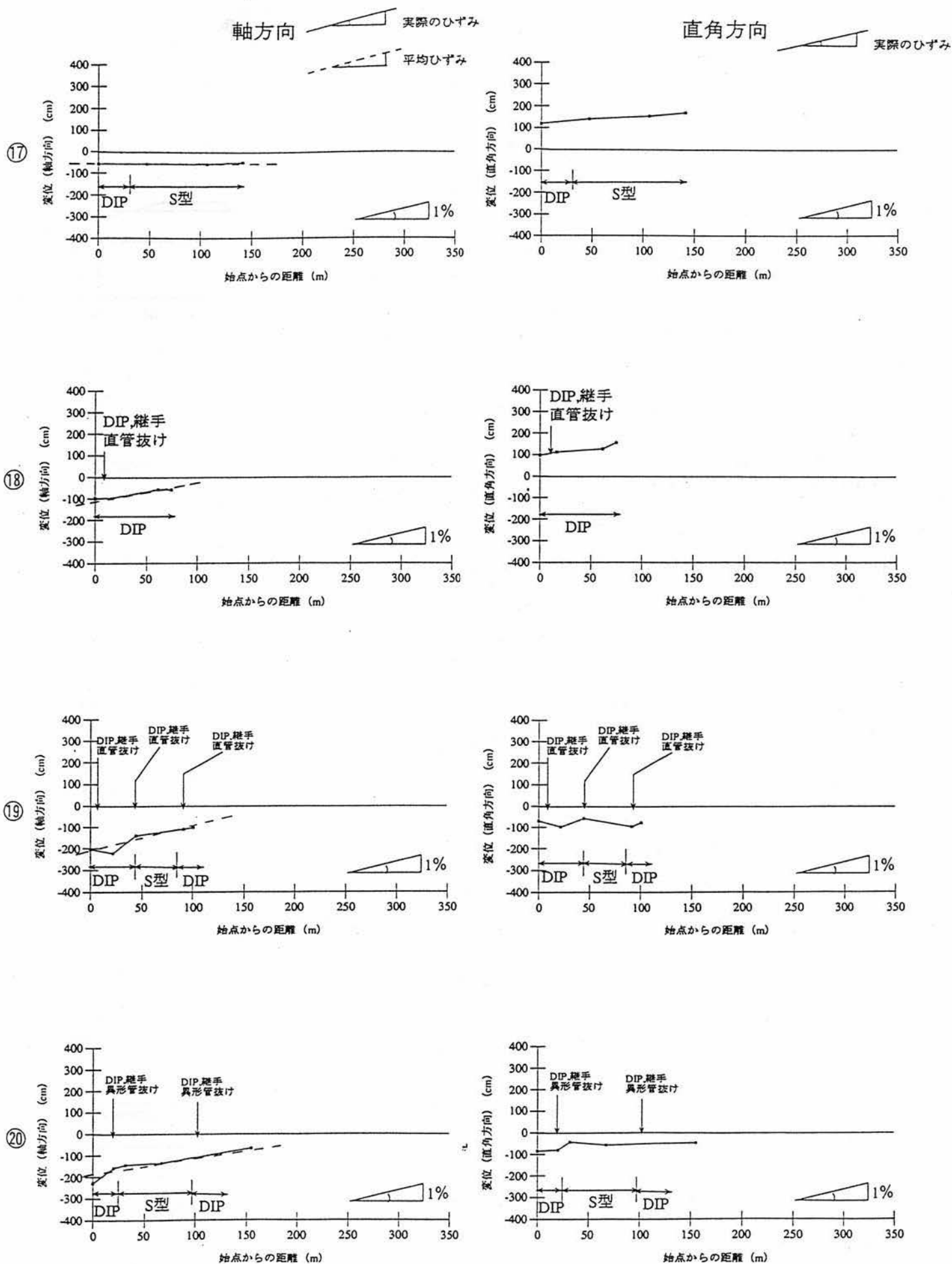


六甲アイランドの永久変形量の測定結果



神戸貿易センター周辺の永久変形量の測定結果

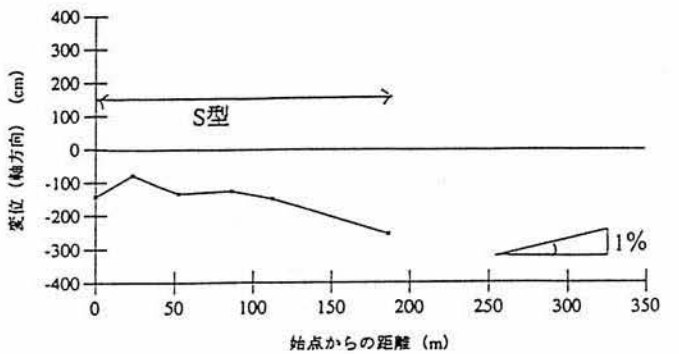
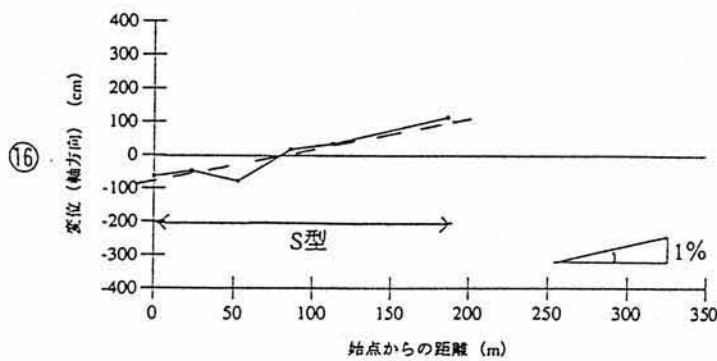
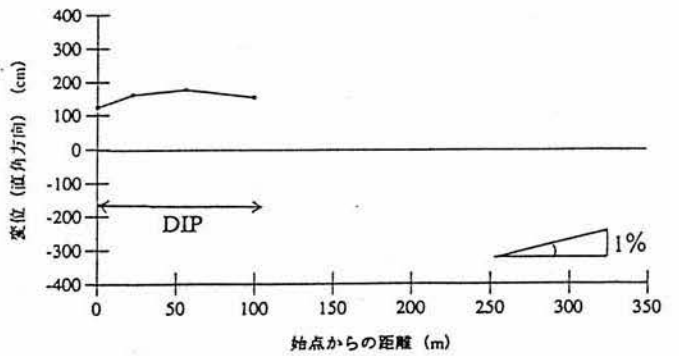
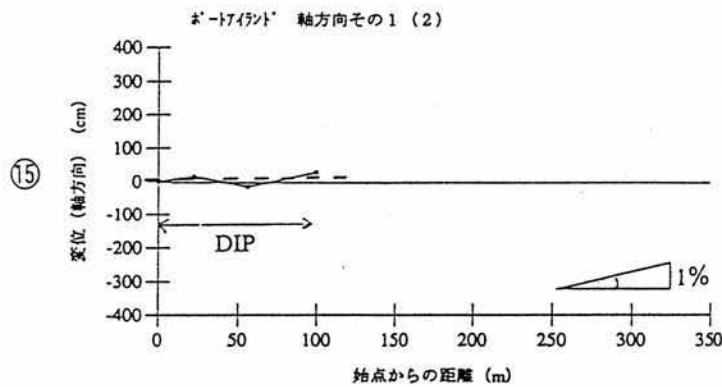
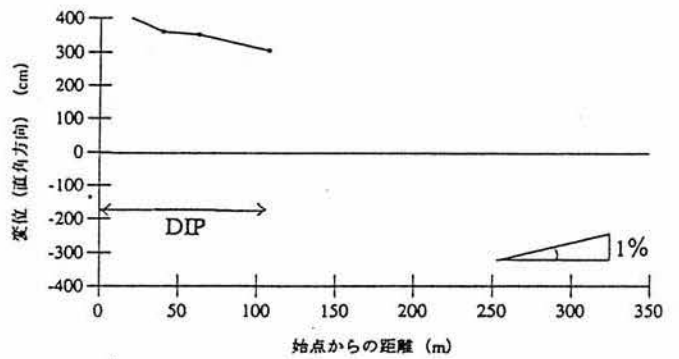
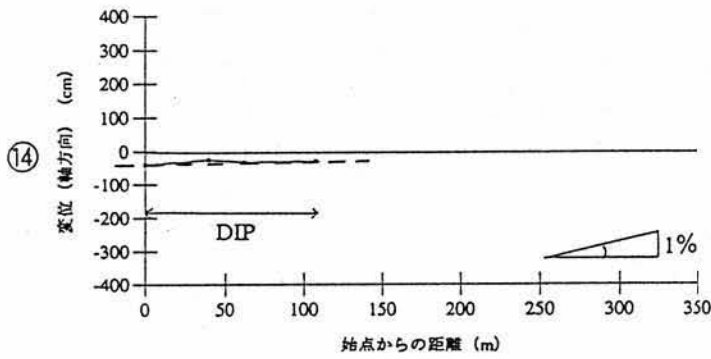
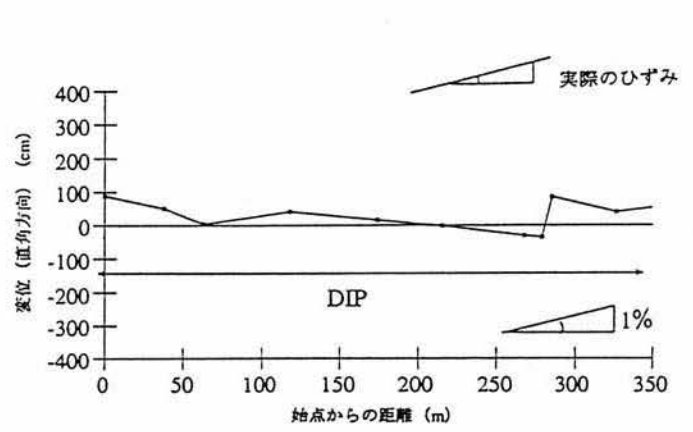
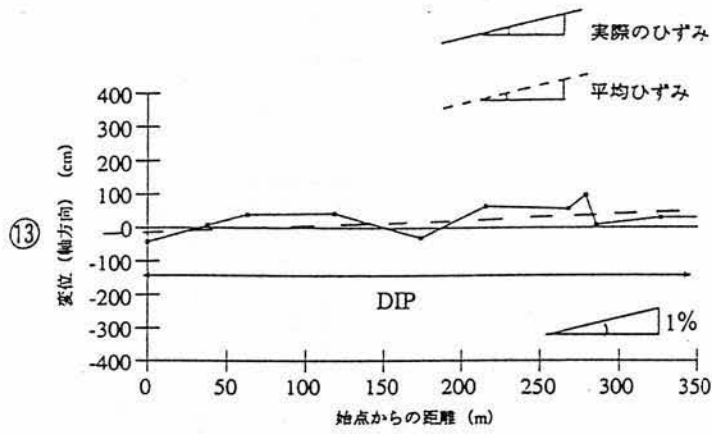
凡例 (Legend)
240 水平変位量 (cm) Horizontal Displacement



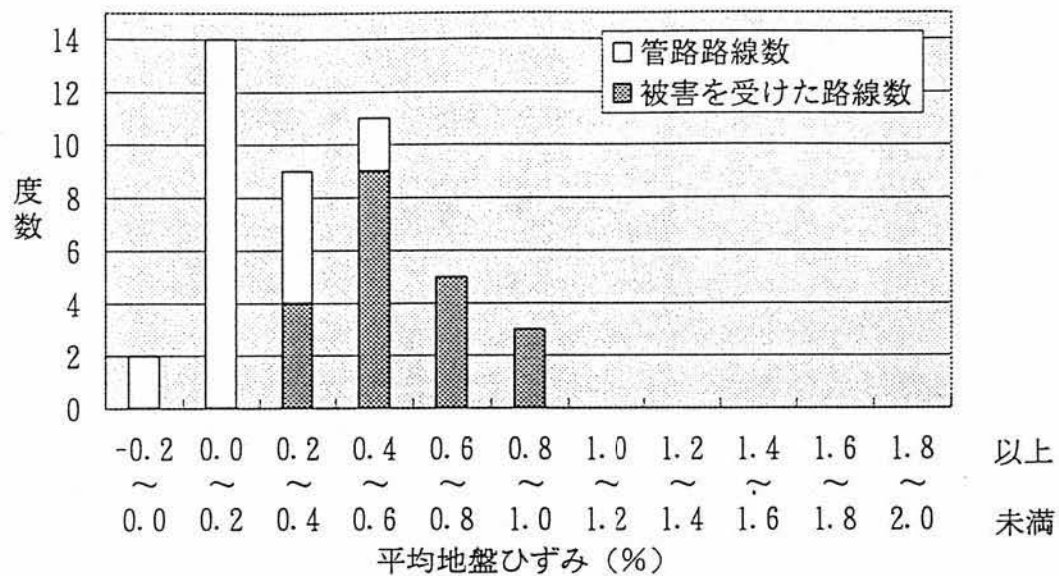
地盤ひずみ算定結果 (芦屋)

軸方向

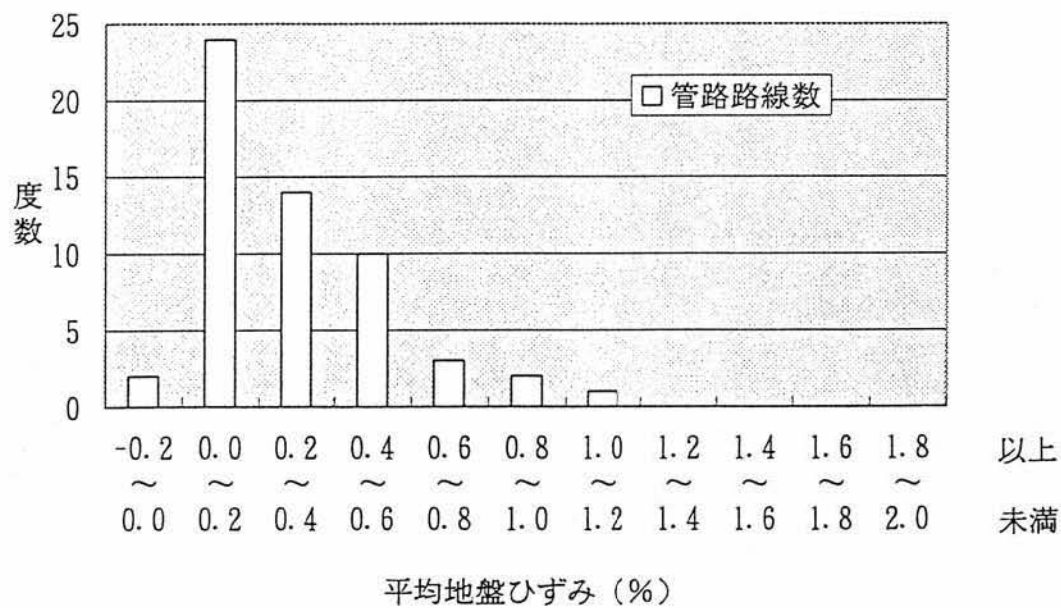
直角方向



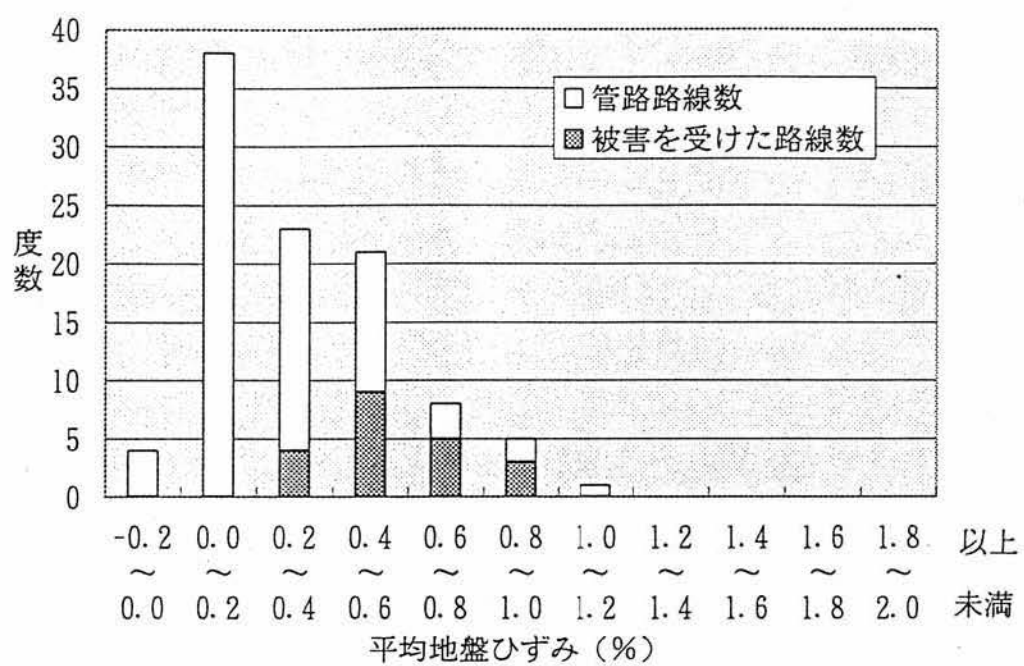
地盤ひずみ算定結果 (ポートアイント)



DIP(一般継手管路)の平均地盤ひずみと度数分布

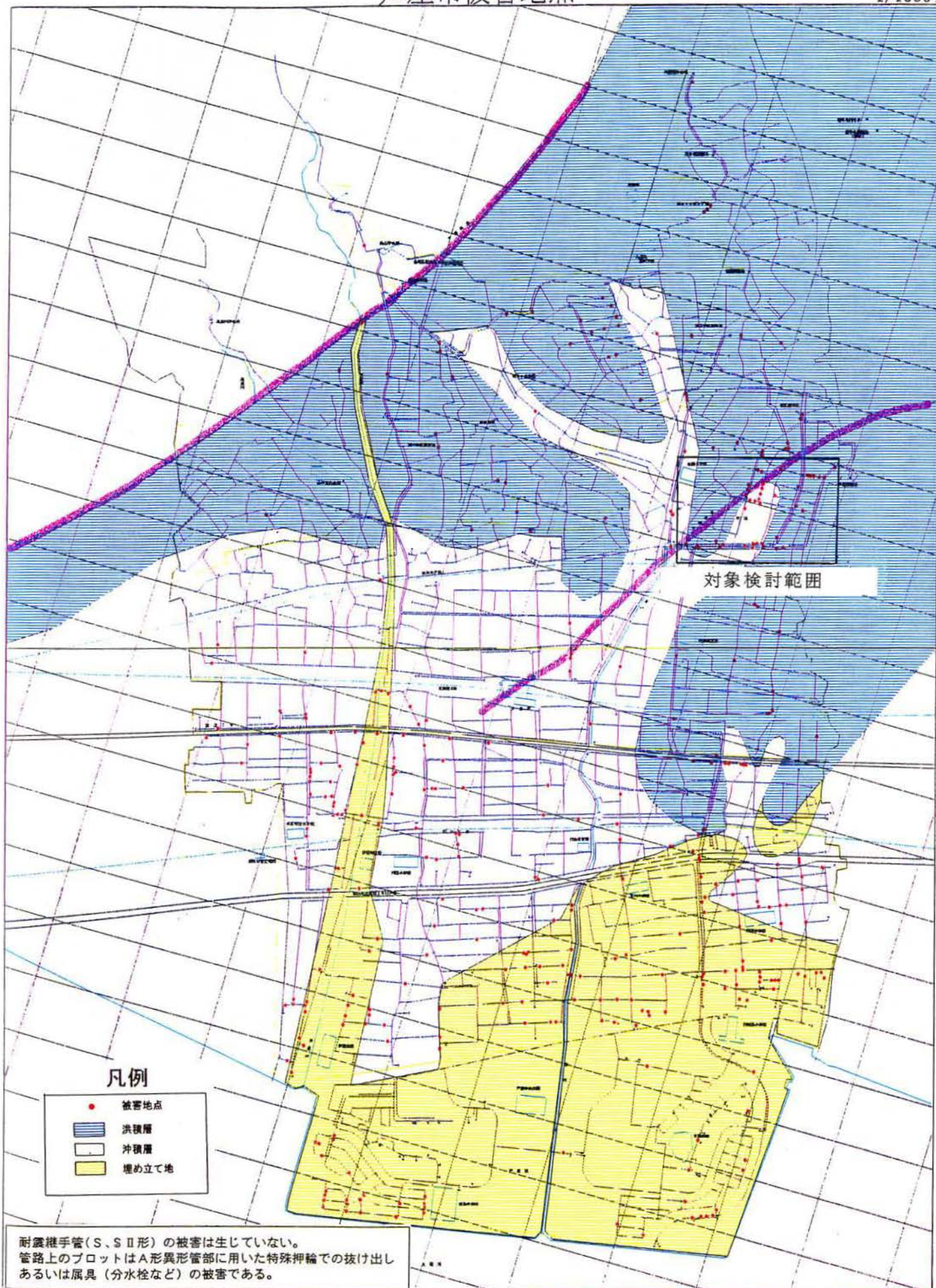


DIP(耐震継手管路)の平均地盤ひずみと度数分布

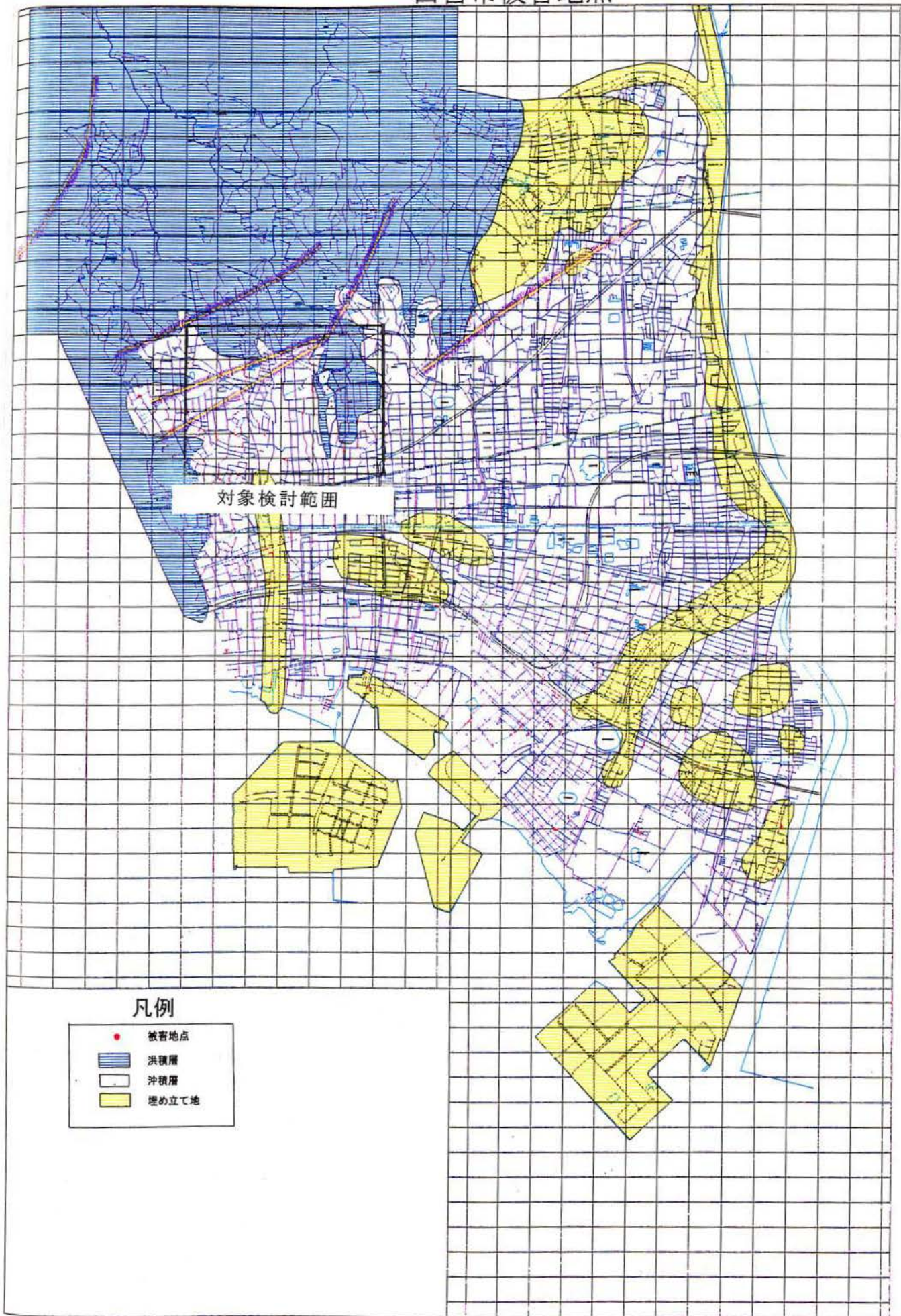


DIP(一般継手、耐震継手管路)の平均地盤ひずみと度数分布

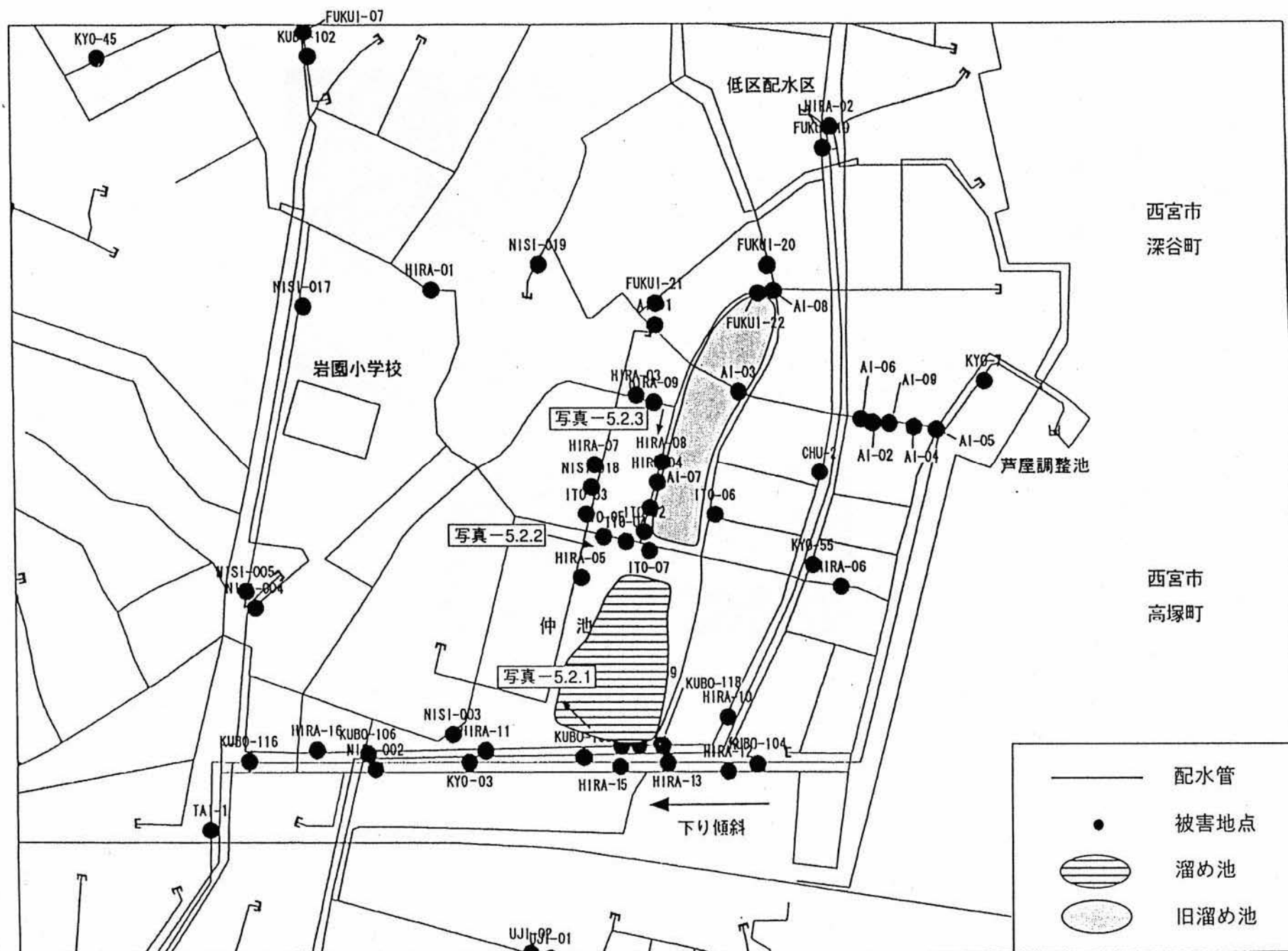
5. 芦屋、西宮市の丘陵地の被害



芦屋市の水道管被害分布と概略の表層地質・活断層



西宮市の水道管被害分布と概略の表層地質・活断層



芦屋市岩園町仲池周辺の水道管被害分布

(1) 管路

φ450 F C 管 (A 形継手)

(2) 計測場所

芦屋市岩園町 2-16 番地 (付近)

(3) 管路の胴付き隙間と管路上部の地盤亀裂

継手NO	継手の胴付き隙間 (mm)	上部付近の地盤亀裂幅 (mm)
A	10	25
B	11	13 (=5mmと8mm)
C	49	50
D	5 ^{注2)}	亀裂無し
E	5	40 (=10mmと30mm)

注1) 継手の胴付き隙間は管内テレビにて計測した。

注2) 継手Dの胴付き隙間は、継手E上部付近の地盤亀裂の影響をも受けたものと思われる。



計測基準点

(地盤亀裂状況)
47.3m付近
地盤亀裂幅=25mm



(地盤亀裂状況)
59.7m付近
地盤亀裂幅=50mm



(地盤亀裂状況)
72.8m付近
地盤亀裂幅=30mm



(管路方向の状況)



計測基準点から西側を望む

(前方左が仲池)

(計測基点)

(道路)

(計測点からの距離: m)

(地盤亀裂幅: mm)

(A継手)

(B継手)

(C継手)

(D継手)

(E継手)

(胴付き隙間: mm)

(計測点からの距離: m)

(12.0)

(18.0)

(23.9)

(29.9)

(35.8)

(41.8)

(47.8)

(53.8)

(59.9)

(65.8)

(71.9)

(77.9)

(83.9)

(86.9)

(55.7)

(54.1)

(5)(8)

(59.7)

(50)

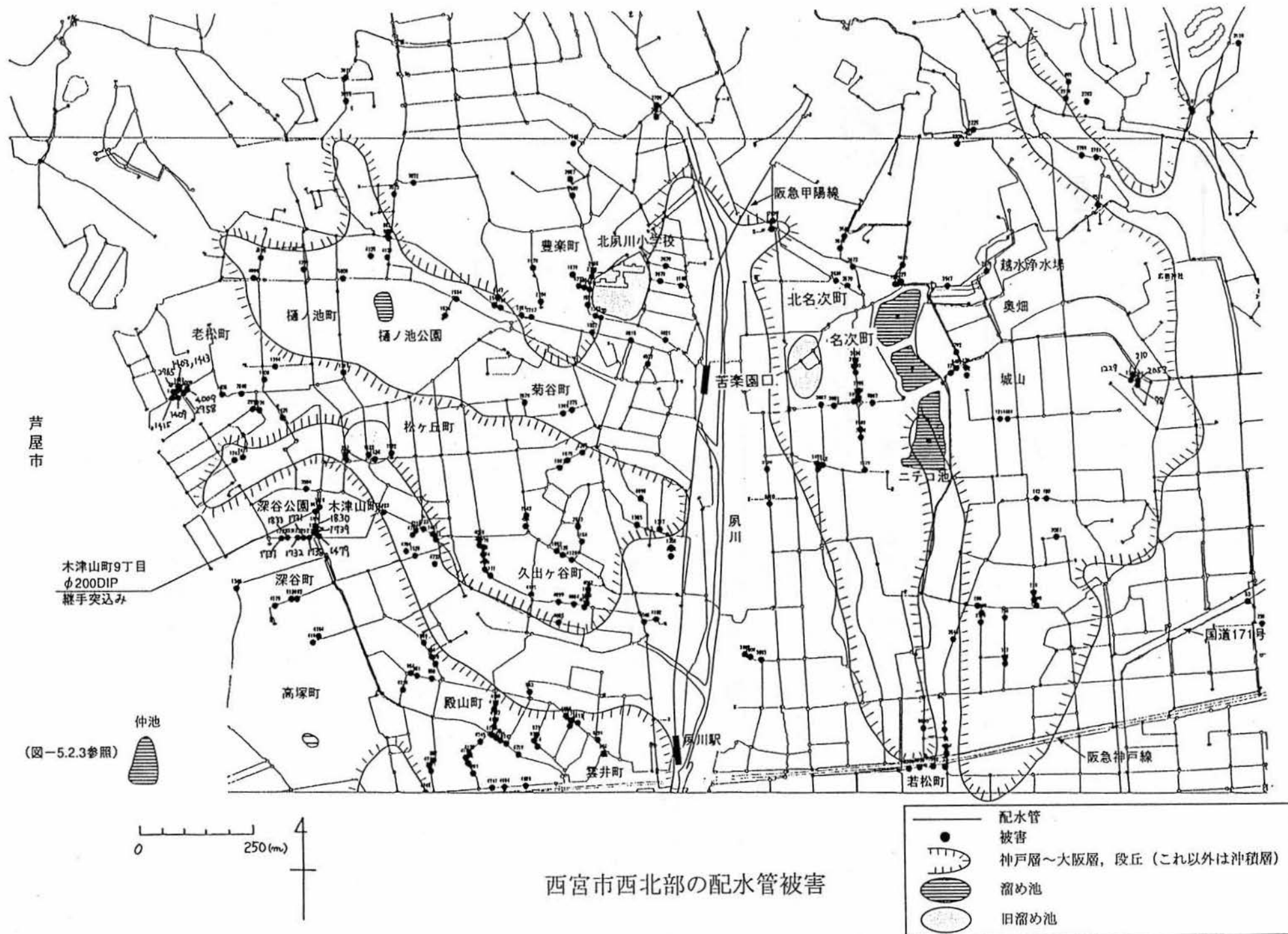
(72.3)

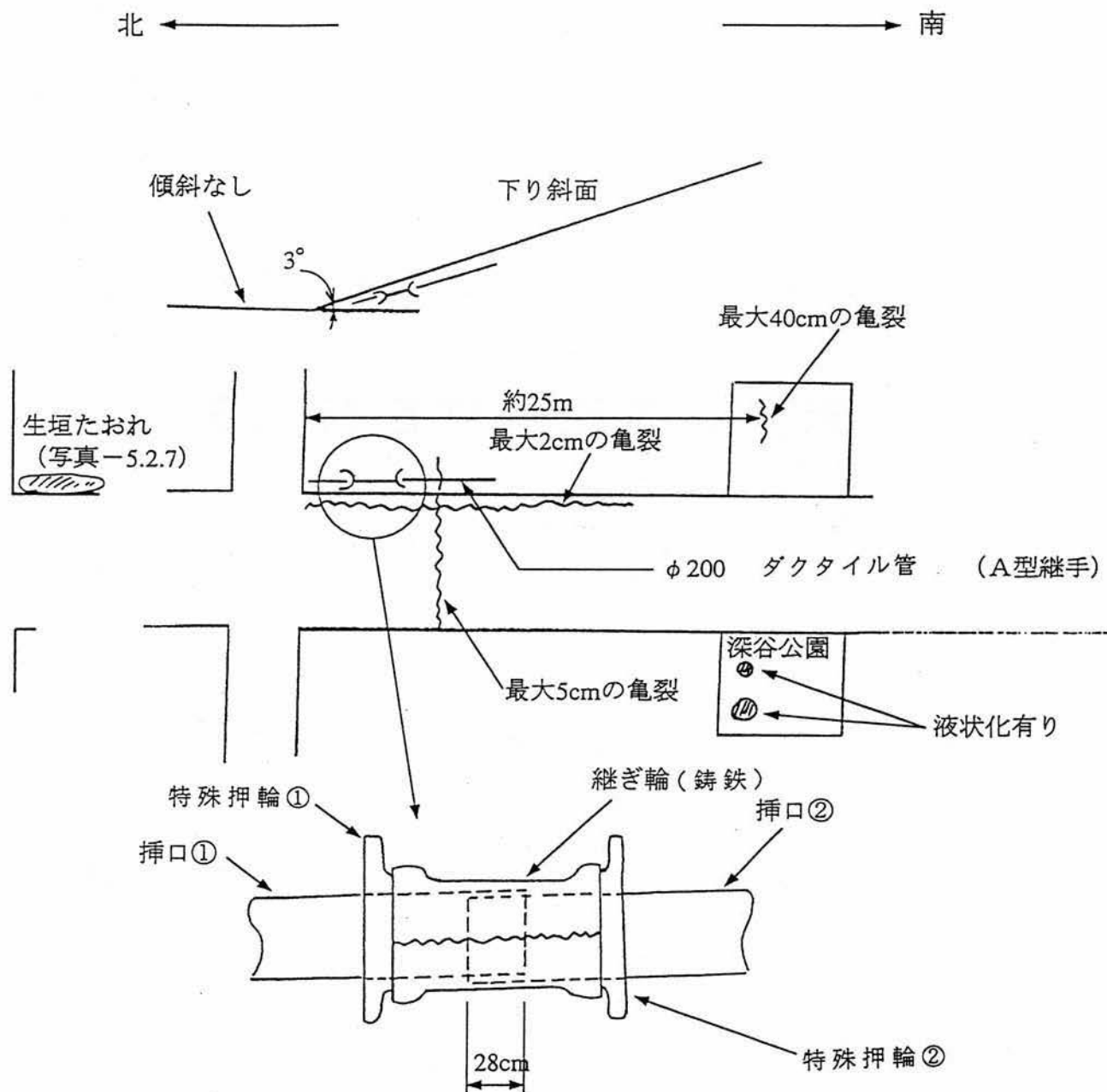
(70.9)

(10)(30)

被害とカウントされた

以上

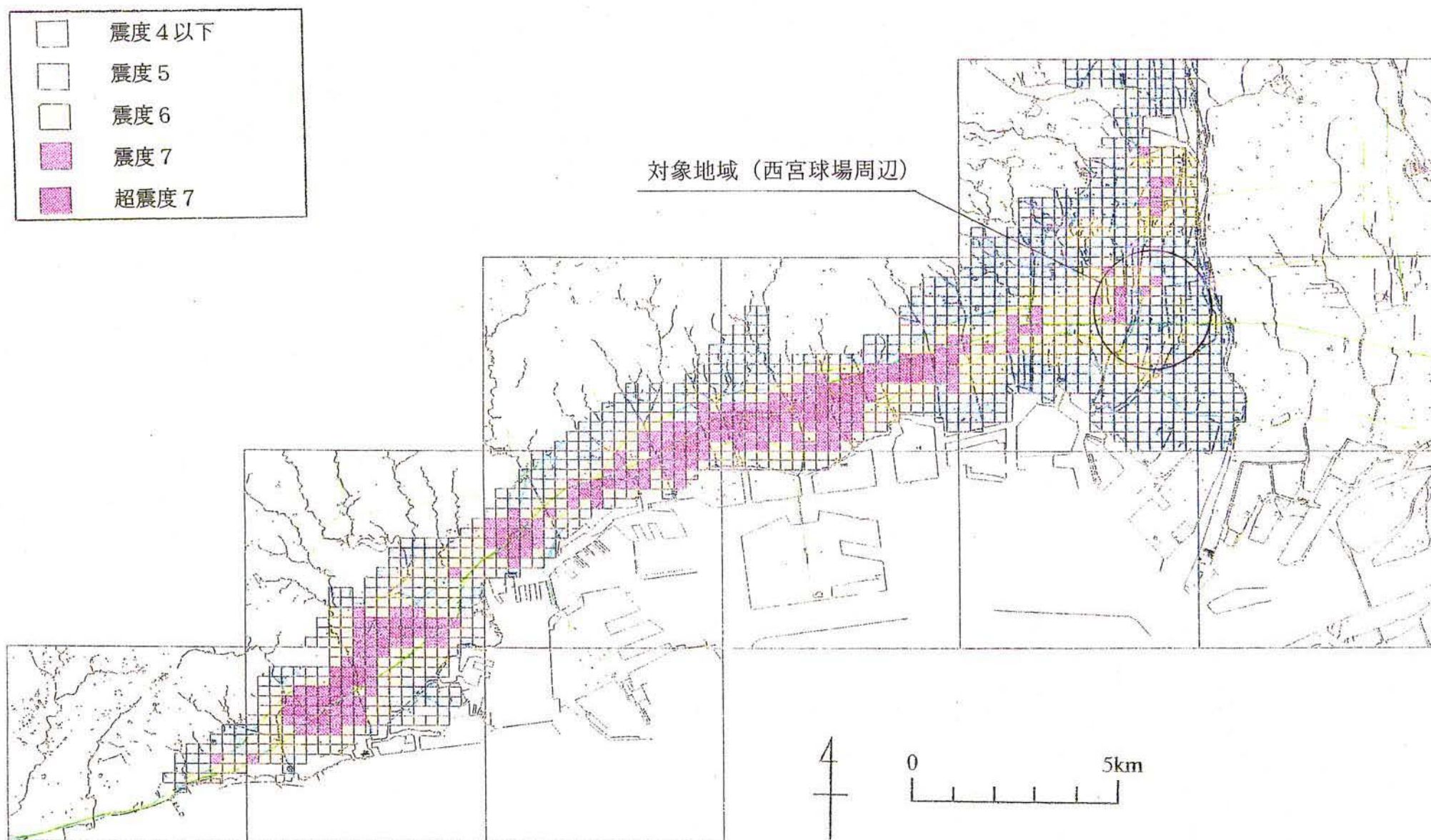




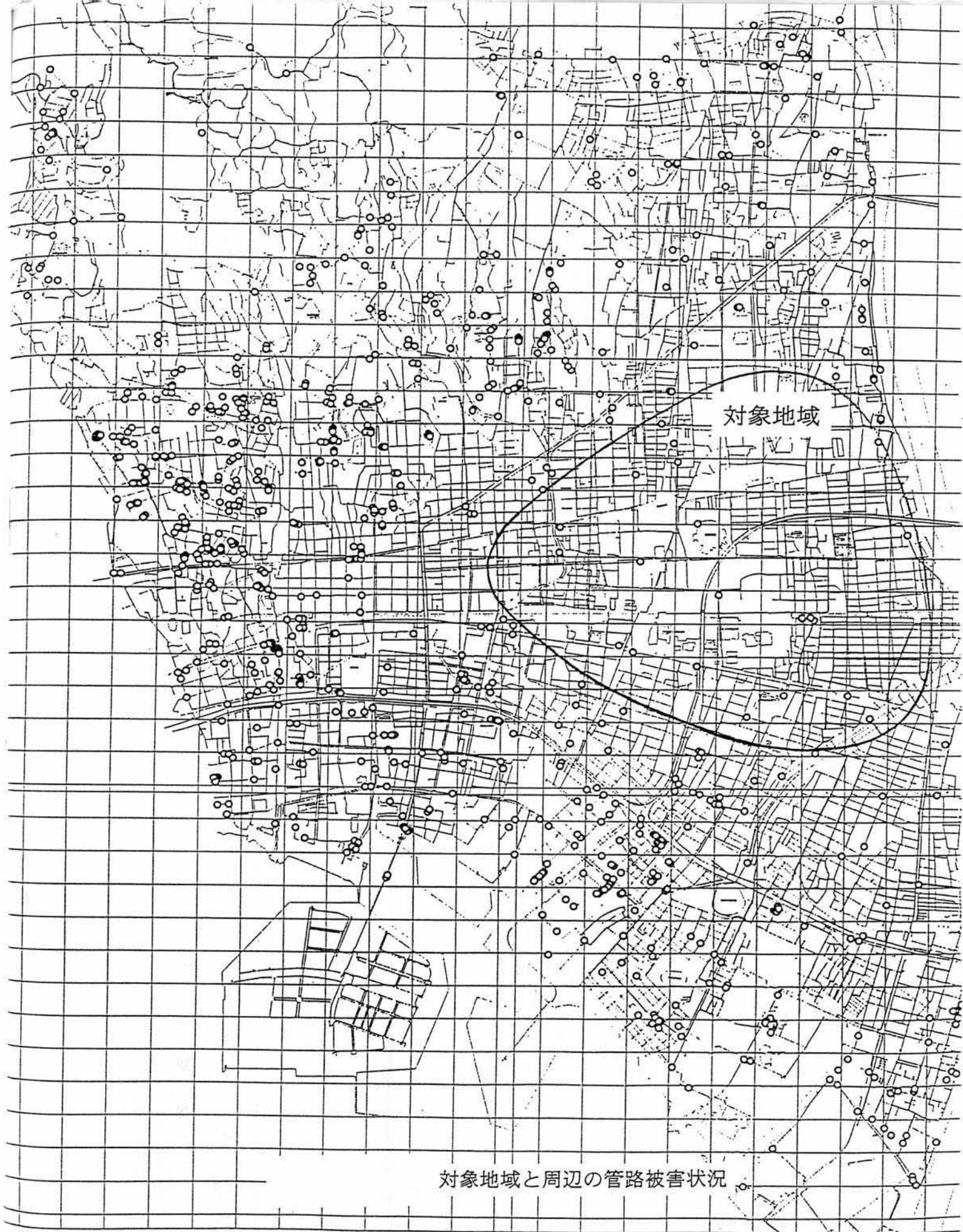
- (1) 継ぎ輪は、管側部で2つに割れていた。
- (2) 挿口①、挿口②が衝突し、互いに交差していた。
- (3) 特押し①、特押し②のどちらかが、2つに割れていた。

西宮市木津山町9丁目の配水管被害

6. 西宮球場周辺の状況



対象地域の震度分布

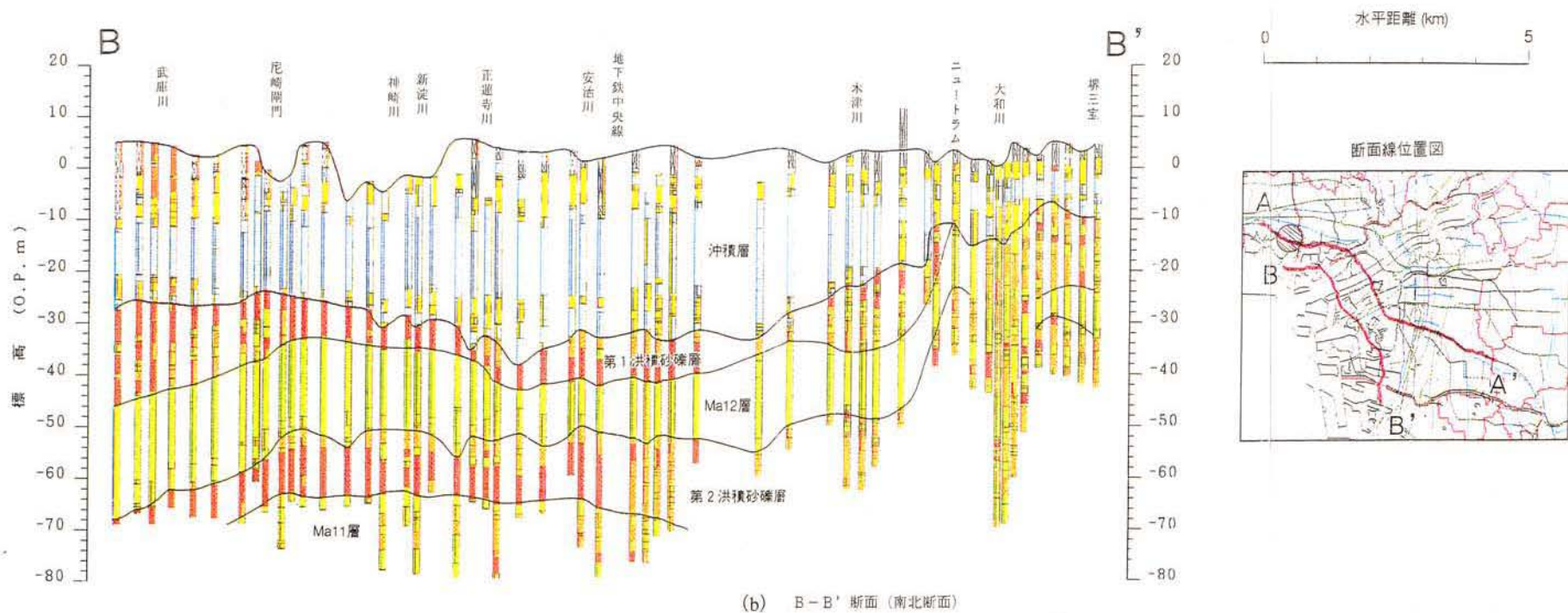
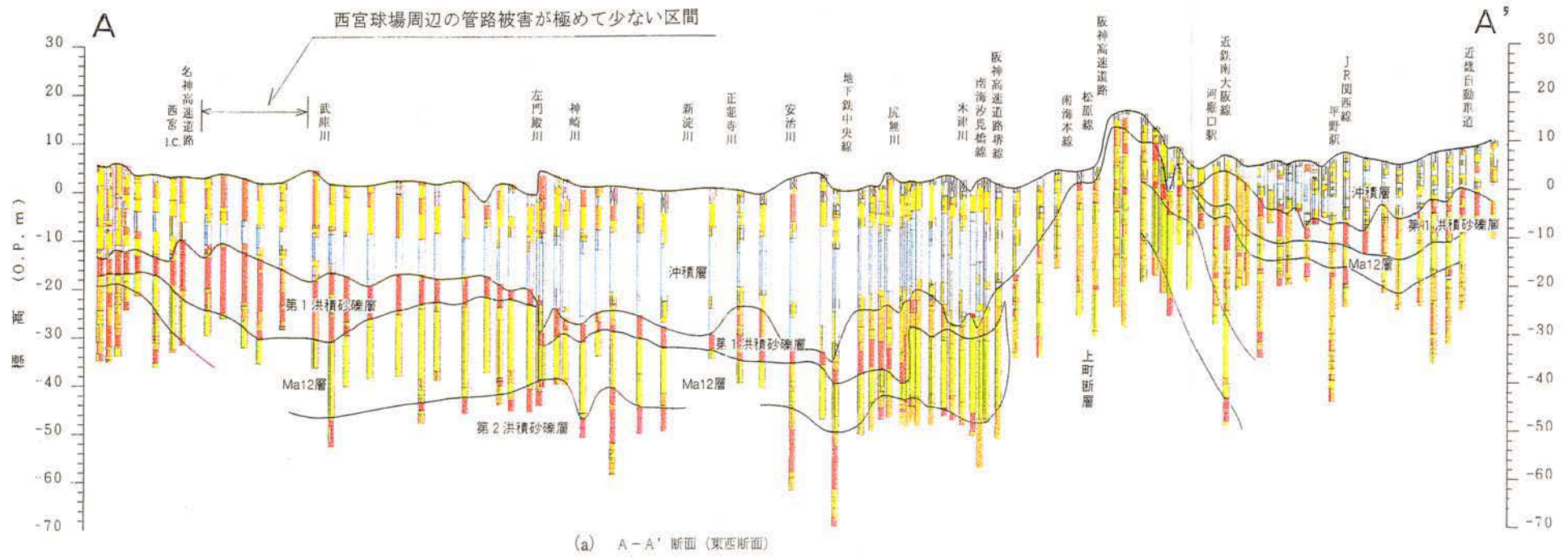


対象地域と周辺の管路被害状況

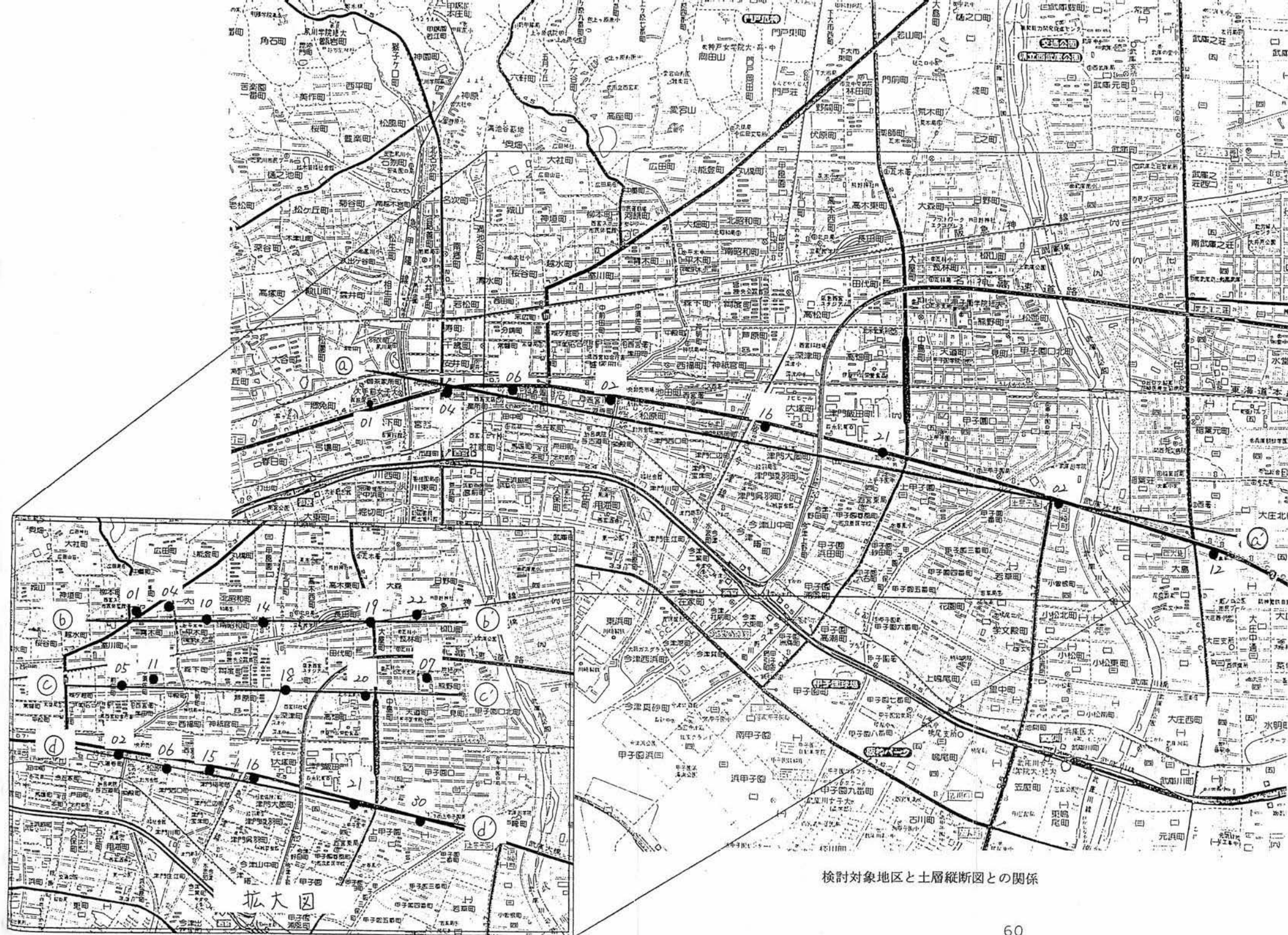
凡例

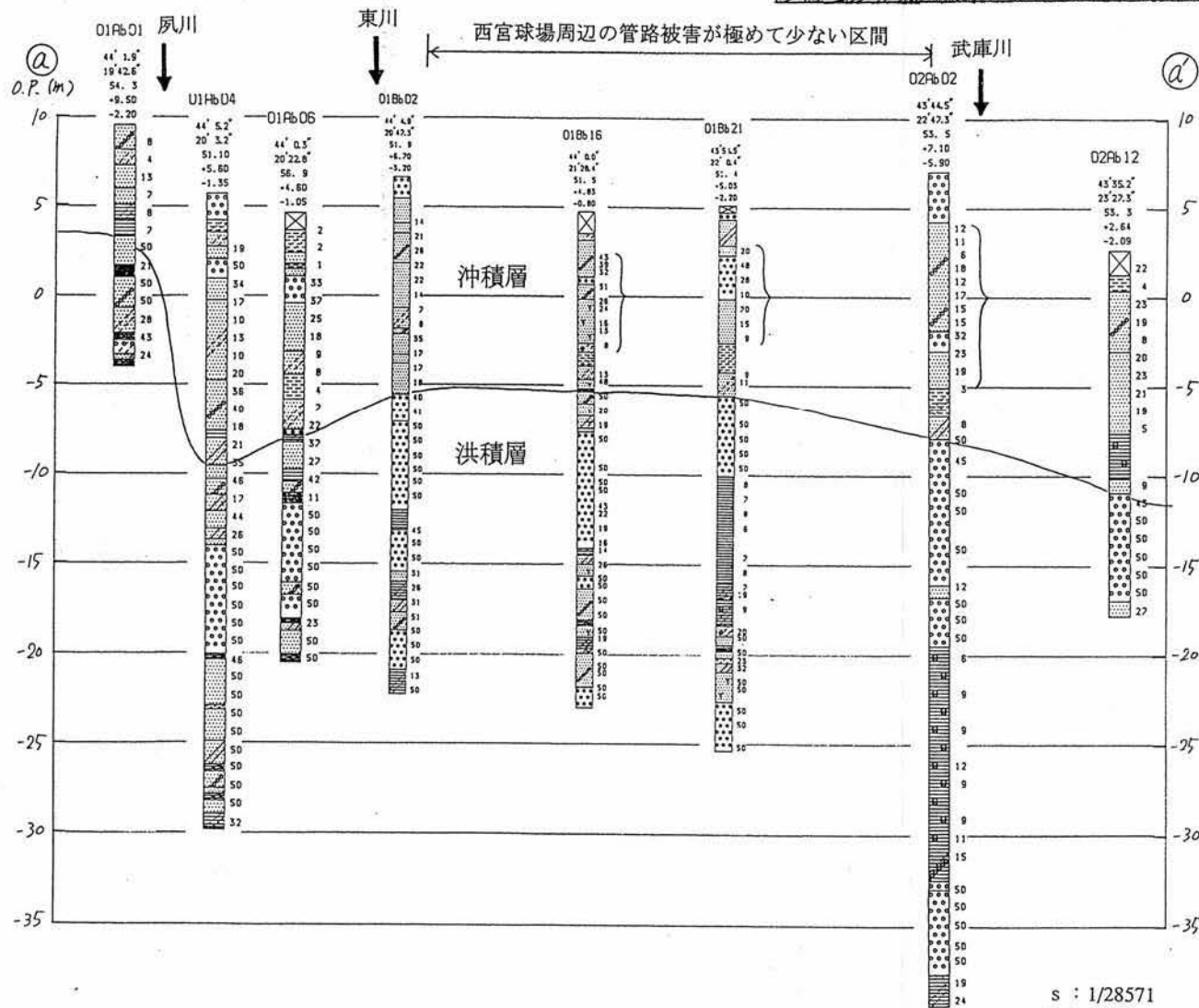
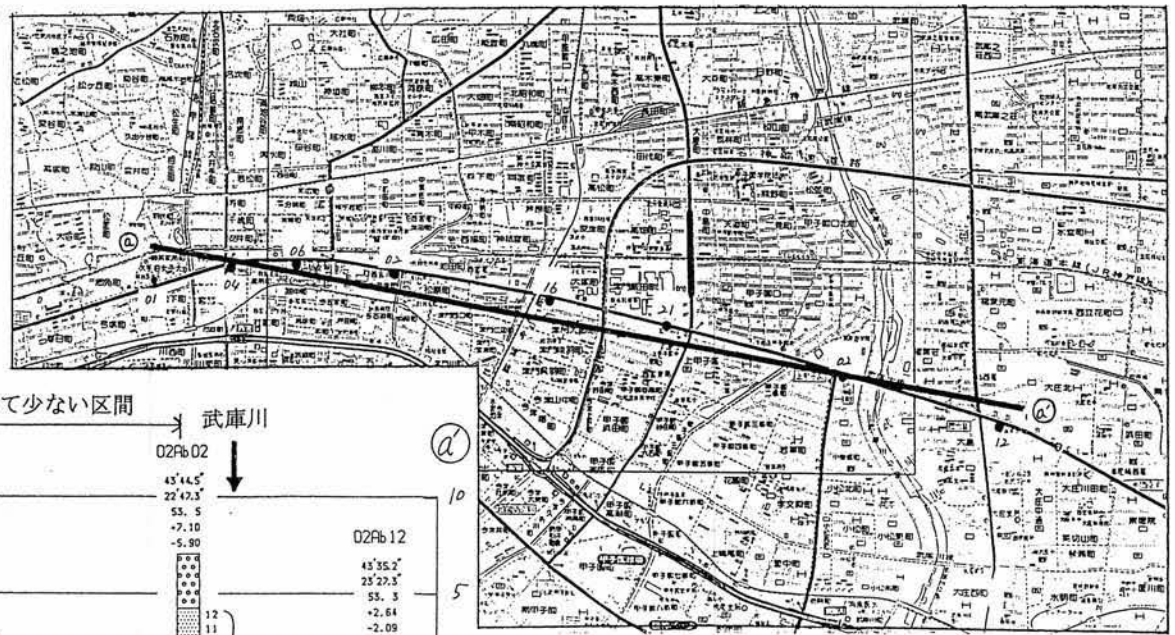


被害地点



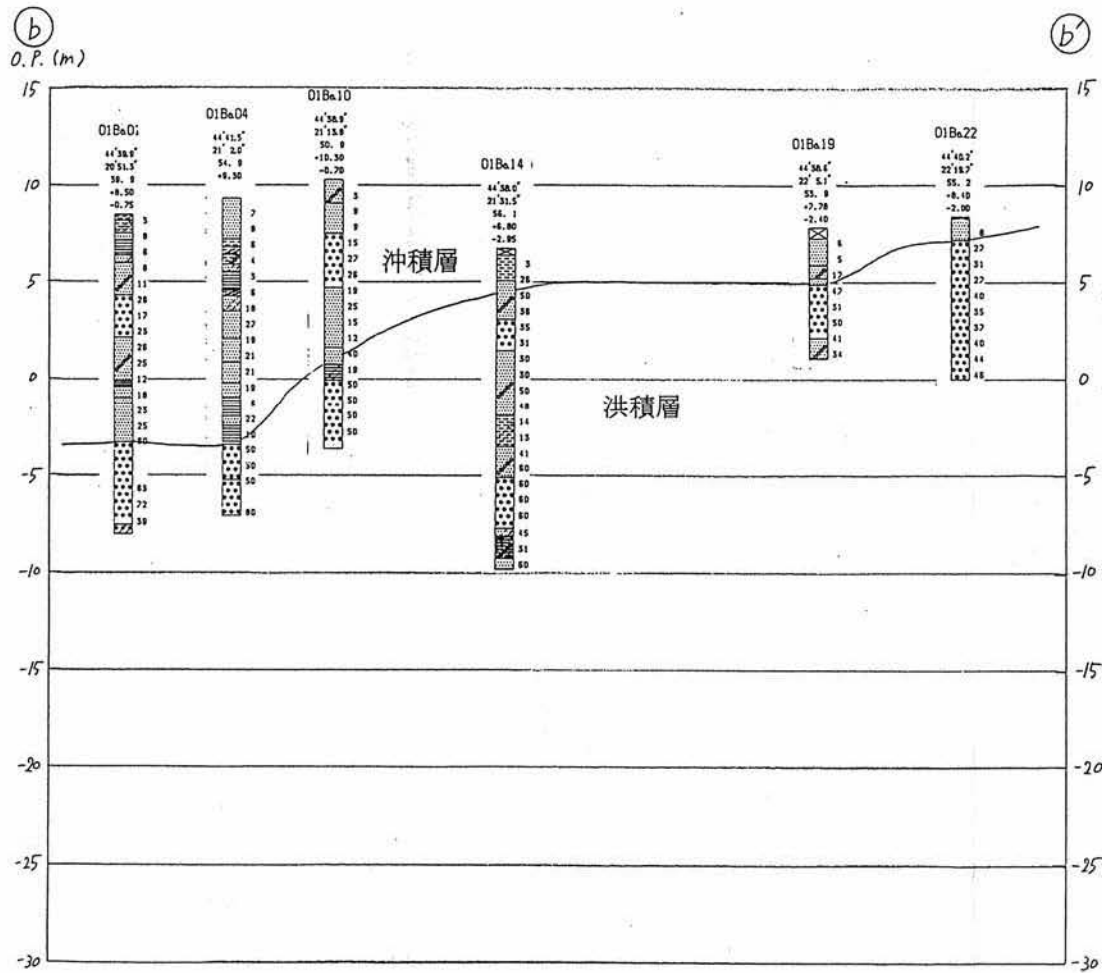
関西地盤図による検討地区を含んだ推定土層縦断面





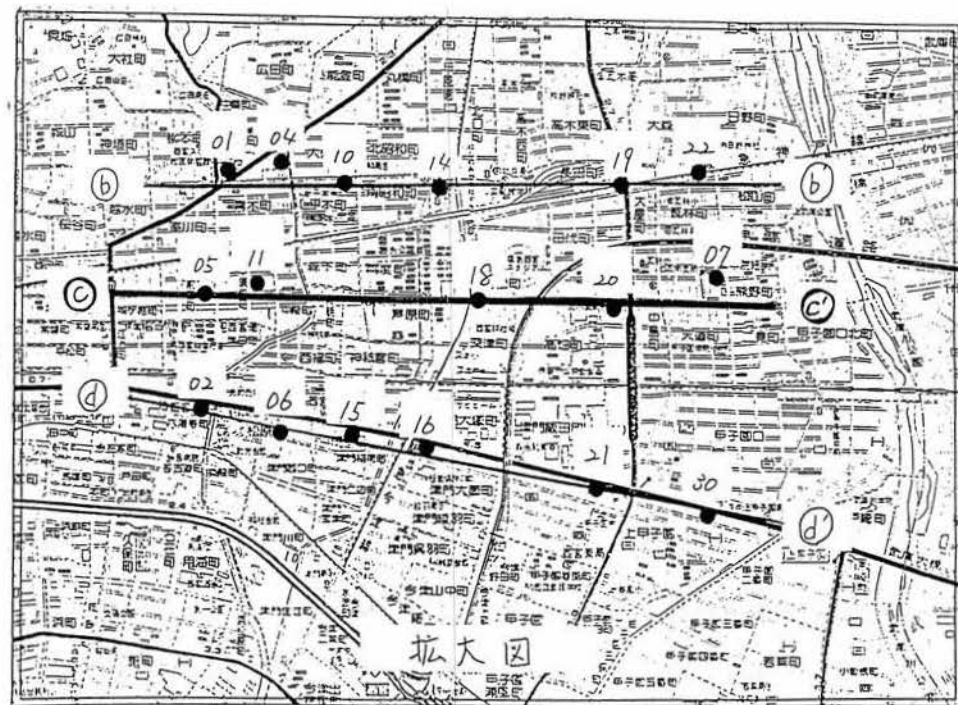
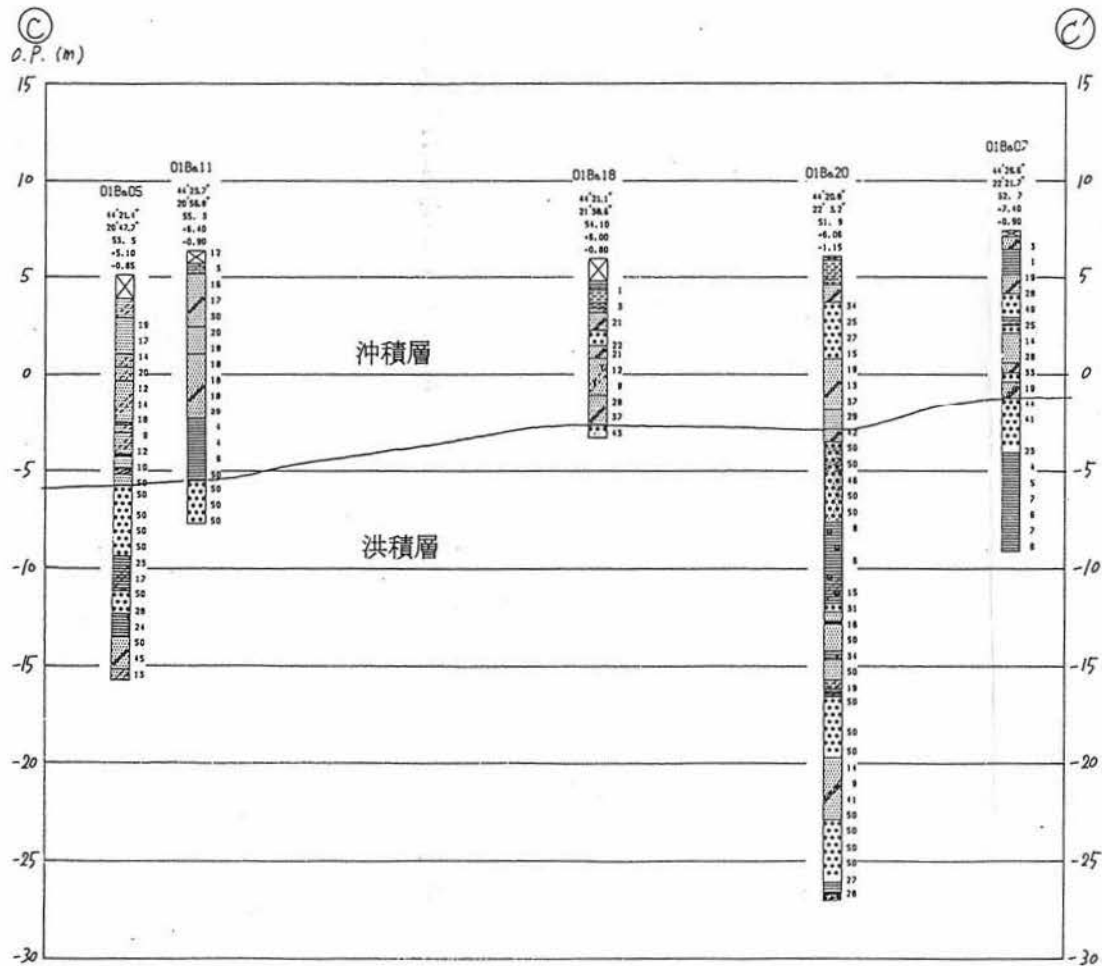
土層縦断面図 (a—a')

s : 1/28571
v : 1/286



土層縦断面図 (b-b')

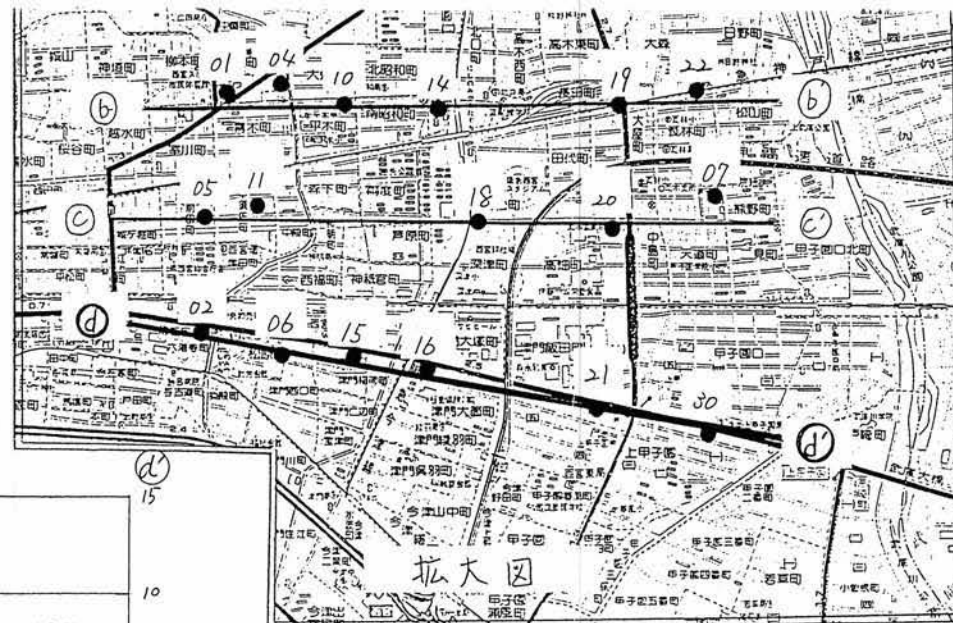
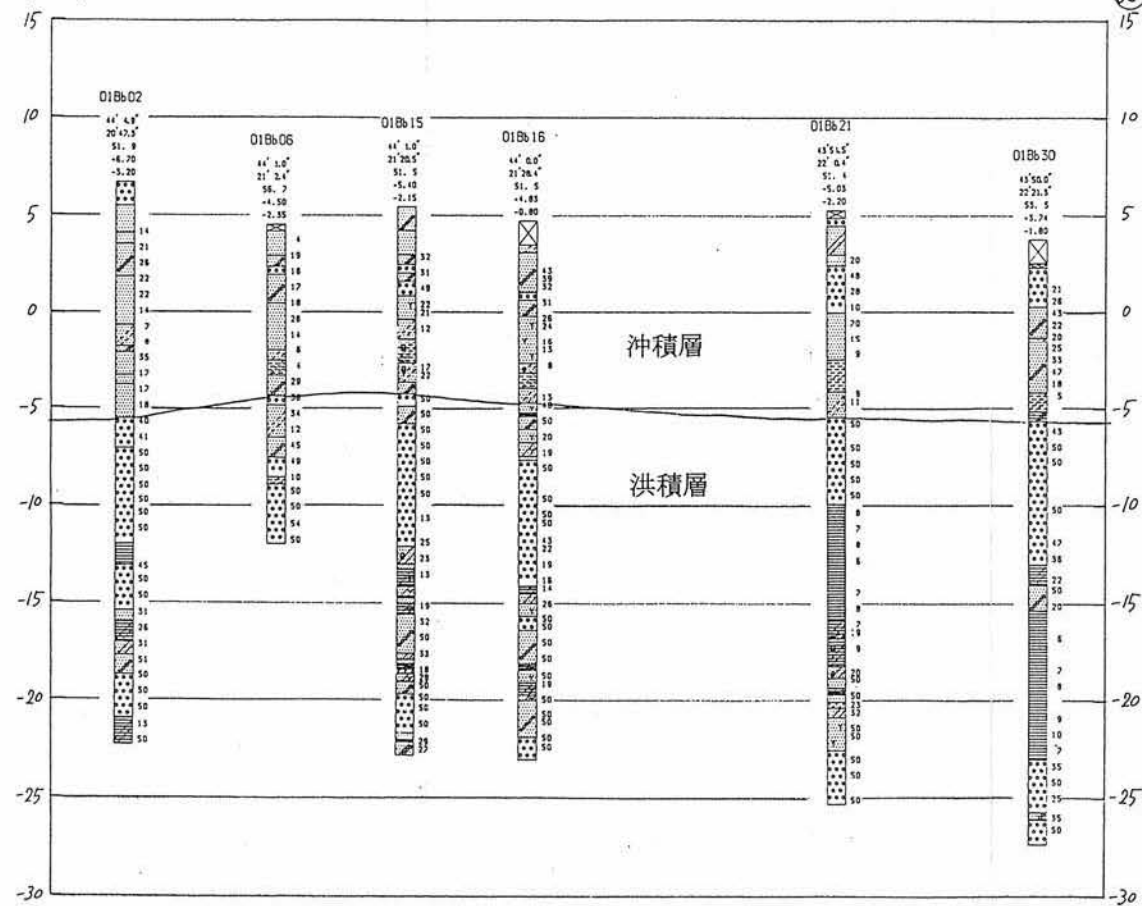
s : 1/14286
v : 1/286



土層縦断面図 (c-c')

s : 1/14286
v : 1/286

d
O.P. (m)



土層縦断面図 (d-d')

s : 1/14286
v : 1/286