

11. 市街地における被害集中地域調査（幸左・日野・松田・鳥野）

1．調査目的

3月24日の土木学会・地盤工学会調査団の打ち合わせにおいて、K-NET 福岡観測点（福岡市中央区天神5丁目）の最大加速度が276gal、気象台観測点（福岡市中央区大塚1丁目）の最大加速度が189galと比較的小さいにもかかわらず、構造物本体損傷を含む建物被害が、福岡市中央区の大名や薬院付近に集中して、数多く発生していることが指摘された。

そこで、土木学会調査団C班は、489galの最大加速度が観測されたCTI福岡ビル（中央区大名2丁目）を中心とした赤坂～薬院付近の被害状況とK-NET 福岡地震波観測点付近の被害状況と比較することにより、地域特性に特徴的な傾向が存在する可能性についての調査を行うこととした。

一次調査は3月26日（土）午前9時から4班14名により実施され、その後、調査範囲の拡大、点検データの確認のために、3月28日（月）に5班20名により2次調査を実施した。本報告は、これら1次、2次調査の結果を速報版としてとりまとめたものである。

2．調査方法

2-1 調査概要

図1に示すように、警固断層近傍地域（ブロック23, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 16, 17, 18）とK-NET 観測点近傍地域（ブロック21, 22, 25, 26）を調査対象として、目視観察により損傷状況を評価した。

各班（3～4名）は各ブロック内（450×350m）を3時間かけてほぼ全戸調査を実施した。構造物ごとに表1に示す点検要領に基づき損傷状況を記入、評価するとともに、損傷状況の写真撮影を実施した。また、各班の判定度を整合させるために、別途に審査班を設け、本体損傷と判定された構造物については、再度被害程度を確認し、必要に応じて損傷度の補正も実施した。

2-2 点検要領

点検要領を表1に示す。調査部位は建物とその他構造物（建物以外の道路施設、舗装、ライフライン、ブロック塀など）に区分し、損傷度については、本体損傷（構造物に損傷が見られ、本体損傷の可能性のあるもの）と部分損傷（構造物の一部に損傷が見られるが軽微である）に区分した。具体的な区分の考え方を以下に示す。

- 1) 建物のひび割れについては、本来構造部材へのひび割れ発生程度により評価するべきであるが、全体の損傷度が軽微であること、外観調査により評価する必要があることから、壁構造でも、タイルが剥落し、ひび割れは壁構造全体に及んでいるものは、本体損傷（本体損傷の可能性のあることから）と判定した。また、本体損傷が確認された構造物でも、多くはひび割れ損傷が中心であることから、樹脂注入や損傷部はつり取りモルタル修復で復旧可能なものが大半であり、構造部材の損傷程度を表す指標ではないことには注意を要する。
- 2) ブロック積や縁石では倒壊や転倒が多く見られたが、付属構造物であることから、すべてそ

の他構造物の部分損傷と判定した。

3. 調査結果

図 1 に調査区域と損傷発生箇所，表 2 に赤坂～薬院付近損傷状況，表 3 に K-NET 福岡観測点近傍損傷状況を示す。写真 1～5 に建物の代表的損傷例を示す。K-NET 福岡観測点近傍の 4 ブロックでは，本体損傷箇所 4，部分損傷箇所 44（建物 28，その他 16）となり，1 ブロックあたりに換算すると，本体損傷率 1 箇所/ブロック，部分損傷 11 箇所/ブロックとなっている。これに対して，断層近傍の赤坂～薬院地区では，本体損傷箇所 70，部分損傷箇所 349（建物 222，その他 127）となり，1 ブロックあたりに換算すると，本体損傷率 7 箇所/ブロック，部分損傷 35 箇所/ブロックとなり，被害程度には数倍の有意差が存在する。

特に断層が横切ると想定される 6 つのブロック（2, 23, 9, 10, 16, 17）に限ると，本体損傷箇所 55（損傷率 9 箇所/ブロック），部分損傷箇所 272（部分損傷率 45 箇所/ブロック）と被害率がさらに高くなっている。

次に，構造物の代表的損傷例について説明する。写真 1 は RC 5 階建てのマンションであるが，ピロティ形式の 1 階駐車場の 4 本の柱にせん断損傷が発生するとともに，主鉄筋の座屈も見られる。主鉄筋および帯鉄筋に丸鋼が使用されていることから，昭和 40 年前後に建設されたと推定される。写真 2 は RC の 15 階建てのビルであるが，下層階部分の窓と窓の間の壁に X 字のせん断損傷が発生し，一部鉄筋が露出している。写真 3 は高層マンションであるが，8 階までの柱部材にせん断ひび割れが発生している。写真 4 は 2 階建て木造家屋であるが，屋根瓦が落ち，壁には大きなせん断ひび割れが発生しており，比較的損傷度が高い。写真 5 は鉄筋が配置されていないために，ブロック塀が倒壊している。

4. 考察

図 2 に K-NET 福岡の観測波形を示すが，NS 成分で最大加速度 277gal が観測されている。図 3 には気象庁観測波形を示すが，最大加速度は NS 成分で 189gal が観測されている。これに対して，表 4，図 4 に示すように CTI 福岡ビルの免震基礎部では，NS 成分で 489gal となっている。図 5 に加速度応答スペクトルを示す。K-NET 福岡付近で 500gal となっているのに対し，CTI 福岡ビルでは 800gal と，約 1.6 倍の高い応答値となっている。

以上のように，断層近傍付近では，最大加速度，構造物の被害程度とも，K-NET 観測近傍に比較して大きな値が得られた。図 6 は想定断層近傍の地盤図で，図 7 は警固断層付近の基盤岩表面等高線図と構造物被害の分布であるが，北西から南東に延びる警固断層は，基盤が大きく変化するところに位置する。断層の西側では基盤面が浅く，東側では基盤が深くなっており，警固断層近傍で地層の特性が異なっていることが分かる。このような東側で厚い堆積層により，地震波が増幅された可能性や，地盤特性の急激な相違が生じる不整形地盤により，地震波が複雑に反射し，増幅された可能性も考えられる。

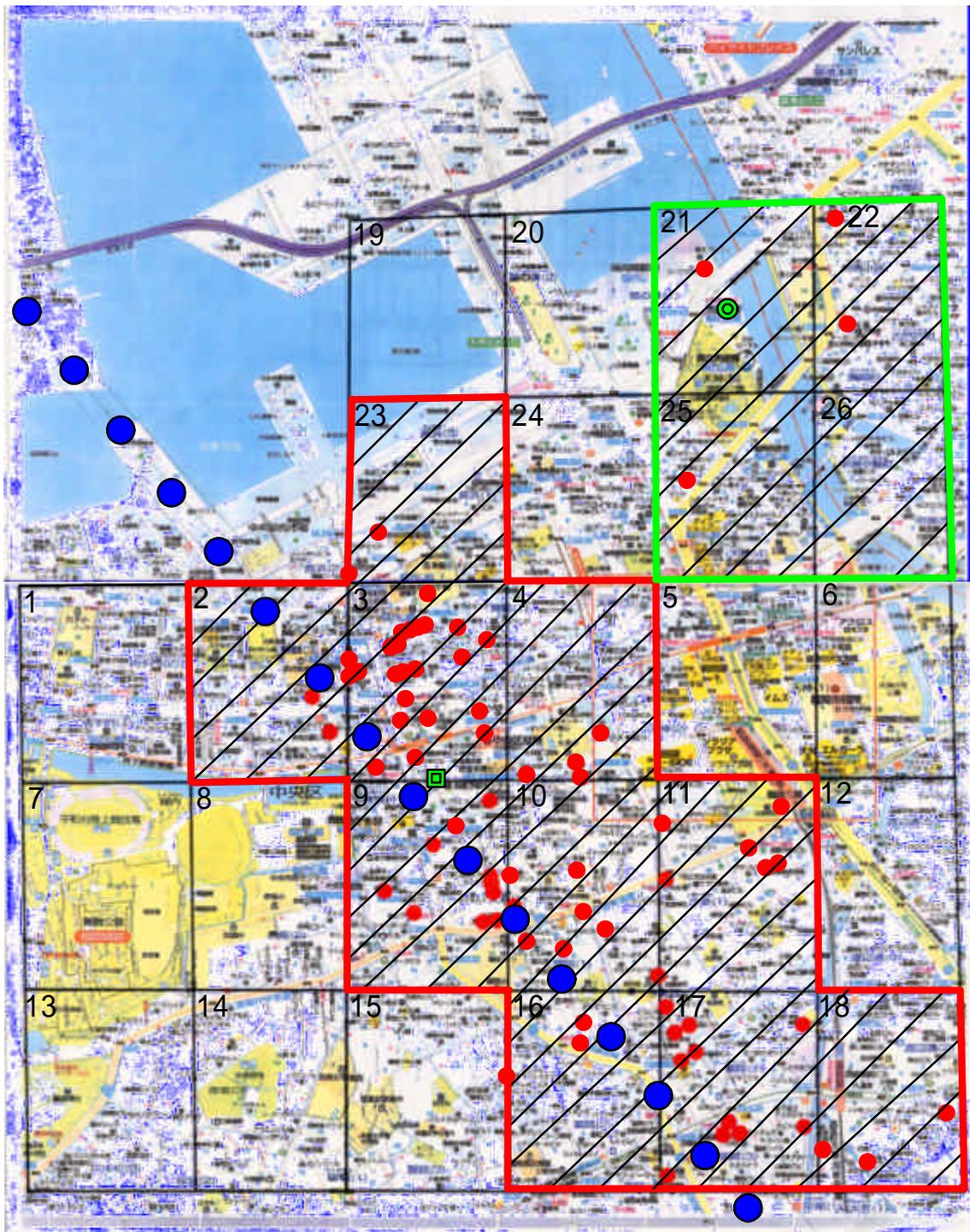
5. 今後の課題

今回の調査結果により，損傷程度には明確な地域特性が認められたが，今後さらに以下の点に着目した検討を実施する必要がある。

- 1) 被害箇所については、審査班を組織し、判定の統一性を図っているが、対象範囲が多く、4月3日現在では、すべては網羅されてはいない。
- 2) 本体損傷箇所については、より詳細な被害調査を実施し、損傷度の定量的評価を行う必要がある。

参考文献

- 1) 建設技術研究所，福岡県西方沖地震における観測地震波形（速報），2005.3.
- 2) 福岡県建築士会，福岡市地盤図，1981.10.



- 赤線・緑線内：調査範囲

● 損傷(本体損傷)発生箇所
- K-NET 福岡観測点

■ CTI 福岡ビル観測点

●●● 想定断層域
(「活断層詳細デジタルマップ」東大出版会参照)

図 - 1 調査区域と損傷発生箇所

点 検 要 領

1. 調査方法

- (1) 調査担当地区を対象に，現地踏査により被害状況を確認する．
- (2) 調査の対象は，土木構造物，建物，道路，地盤，その他とする．
- (3) 地図上に，調査した箇所を順次番号を付して記入し，添付の調査票に，番号，損傷度ランク，被害の特徴等を記入する．
- (4) 同時に写真撮影を行う．
- (5) 必要に応じて段差高さ，ひび割れ幅等，定量的な計測を行い，調査票に記入する．

2. 損傷度ランク

損傷度ランクは以下を目安として判定し，調査票に記入する．

建物損傷度ランクの目安

損傷度ランク	損傷状況
本体損傷	構造部材等，本体に損傷が見られる
部分損傷	一部に損傷が見られるが軽微である
損傷なし	損傷が非常に軽微である

その他構造物損傷度ランクの目安

損傷度ランク	損傷状況
本体損傷	その他構造物に大きな損傷が見られる
部分損傷	その他構造物の一部に損傷が見られるが軽微である
損傷なし	損傷が非常に軽微である

3. 写真撮影方法

- (1) 調査後の写真整理および報告書作業を円滑に行うため，地図上に付した番号と写真が一致するように，番号プレートを写真のイニシャルとして，調査箇所ごとに撮影しておく（班名 - 調査箇所番号），例えば（1 - 1，1 - 2，1 - …）
- (2) 写真撮影時，報告書にまとめることを意識し，下記の順で撮影する．
 - 1) 対象全体写真
 - 2) 損傷部材等，一部の拡大写真
 - 3) 損傷の詳細がわかるさらに拡大写真

表 - 2 赤坂～薬院近傍損傷分布

ブロック名	区分	本体損傷箇所	部分損傷箇所	備考
23	建物	2	12	
	その他	0	15	
2	建物	2	27	
	その他	0	17	
3	建物	23	21	
	その他	0	21	
4	建物	4	2	
	その他	0	2	
9	建物	13	15	
	その他	0	13	
10	建物	5	34	
	その他	0	19	
11	建物	6	18	
	その他	0	9	
16	建物	3	44	
	その他	0	21	
17	建物	9	36	
	その他	0	4	
18	建物	3	13	
	その他	0	6	
合計	建物	70	222	
	その他	0	127	

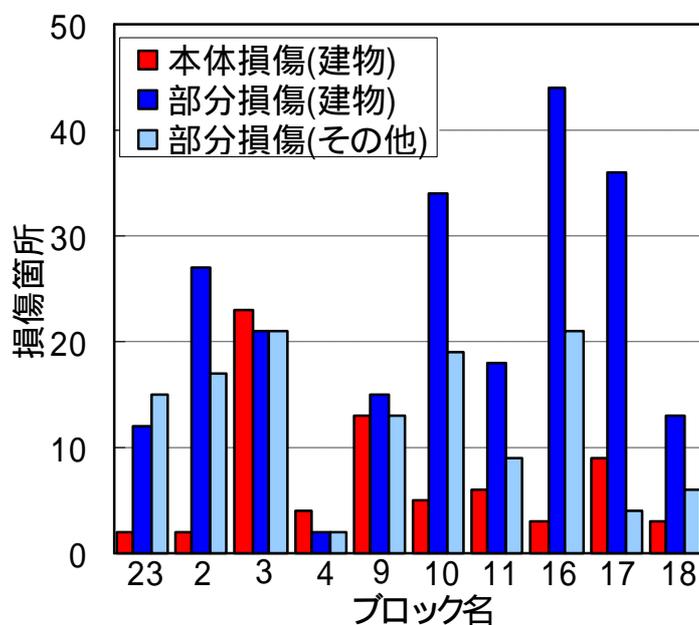
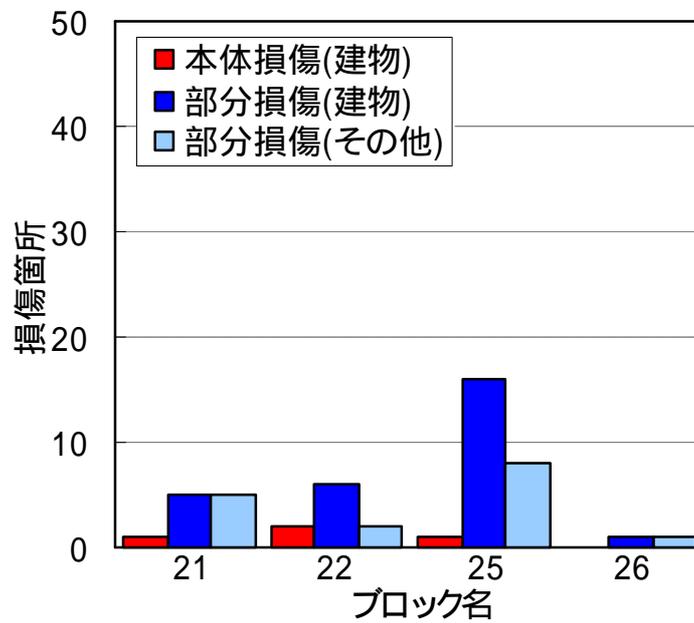


表 - 3 K-NET 福岡観測点近傍損傷状況

ブロック名	区分	本体損傷箇所	部分損傷箇所	備考
21	建物	1	5	
	その他	0	5	
22	建物	2	6	
	その他	0	2	
25	建物	1	16	
	その他	0	8	
26	建物	0	1	
	その他	0	1	
合計	建物	4	28	
	その他	0	16	



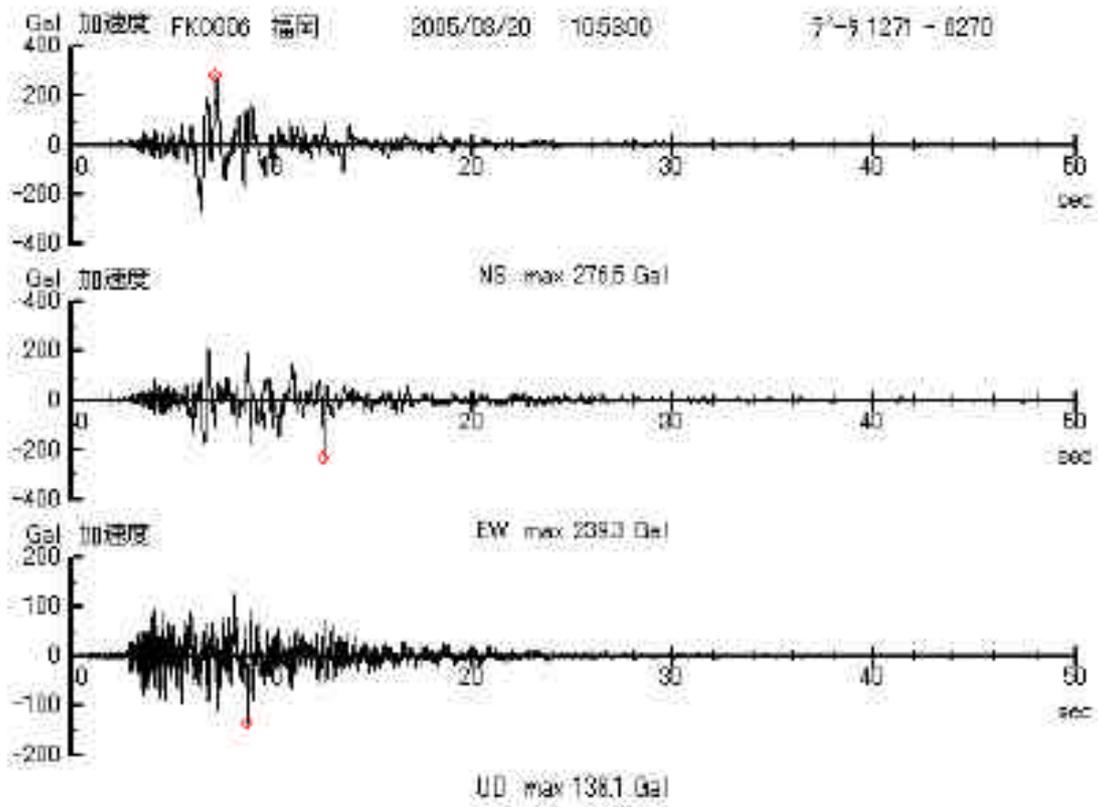


図 - 2 K-NET 福岡(FK0006)の観測記録(加速度時刻歴波形)

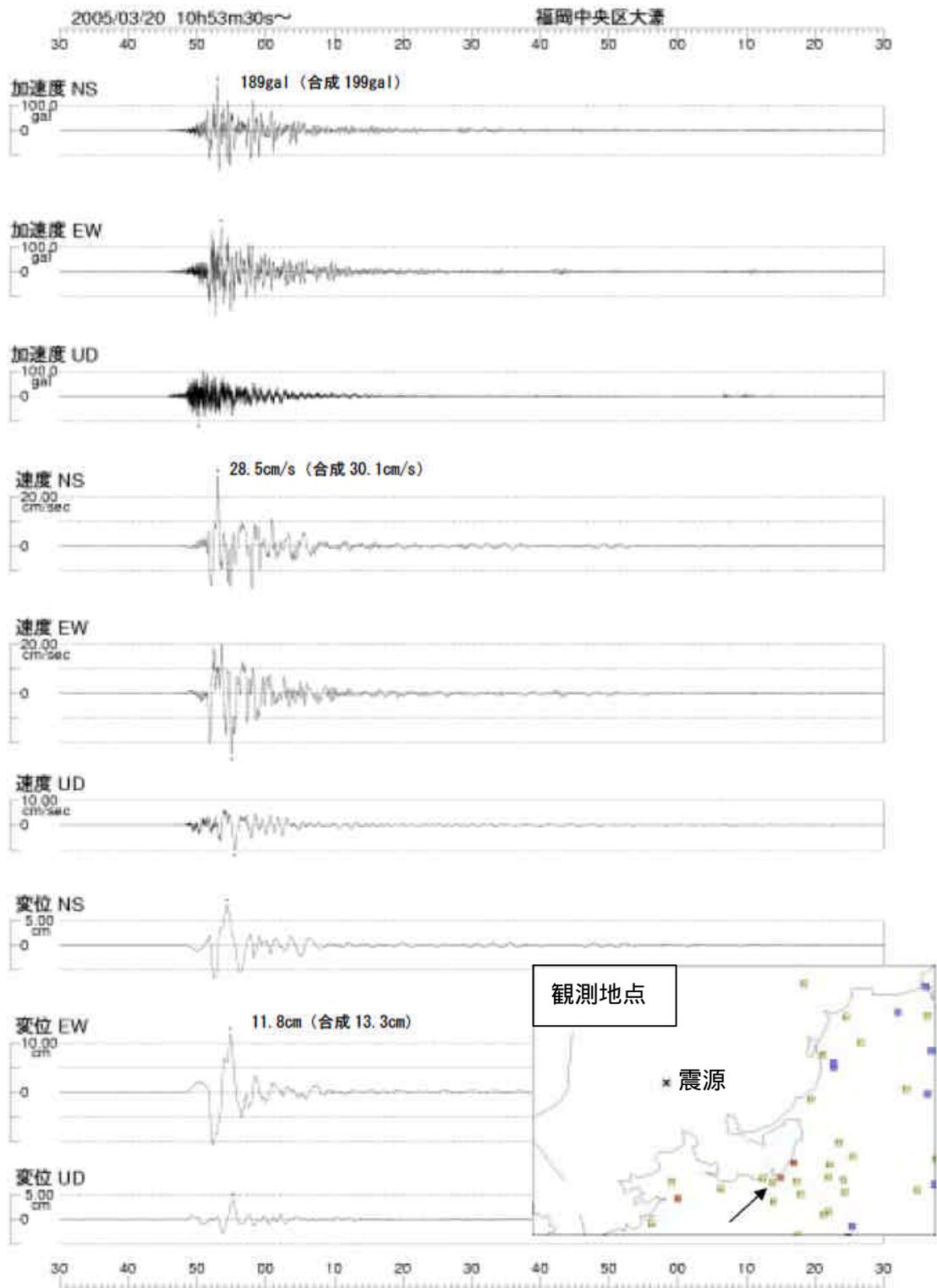


図 - 3 強震波形(気象庁)
 (福岡中央区大濠：震度 5 強、計測震度 5.1)

表 - 4 CTI 福岡ビルの観測記録(南北方向最大値)

観測位置	最大加速度(gal)		最大速度(kine)		最大変位(cm)	
	(正)	(負)	(正)	(負)	(正)	(負)
ビル7F	159	-233	37	-58	16.0	-20.6
ビル1F	136	-238	34	-53	16.1	-20.4
免震基礎部	489	-403	59	-73	14.9	-18.7
地下65m	160	-203	30	-40	10.6	-8.9

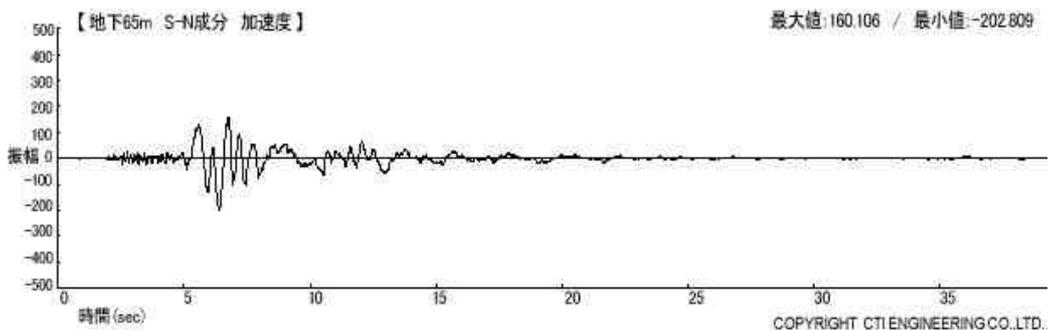
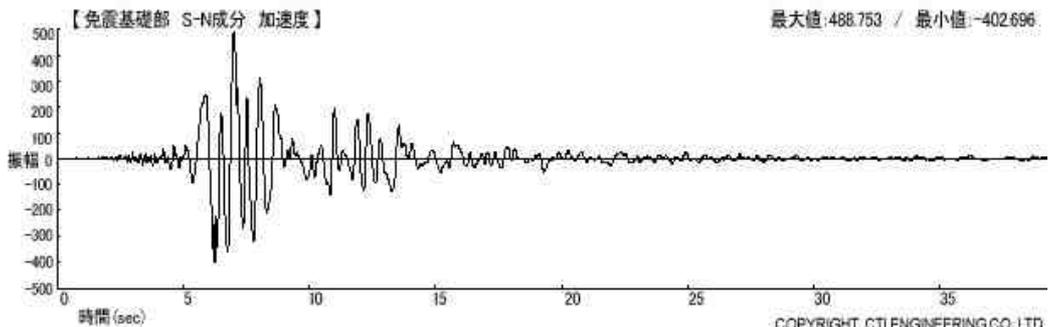
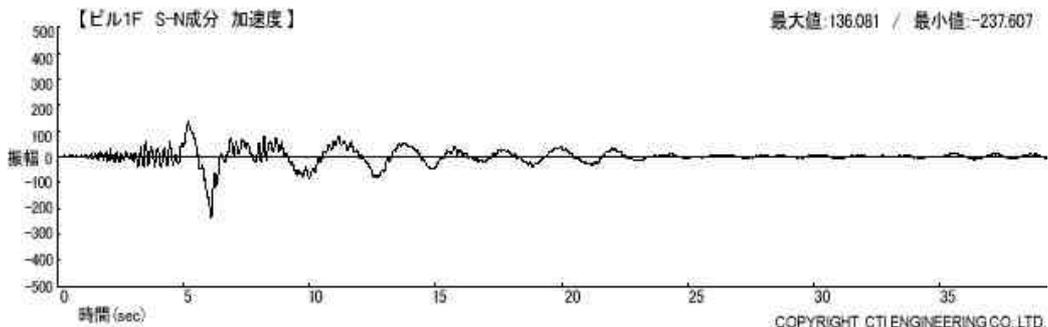
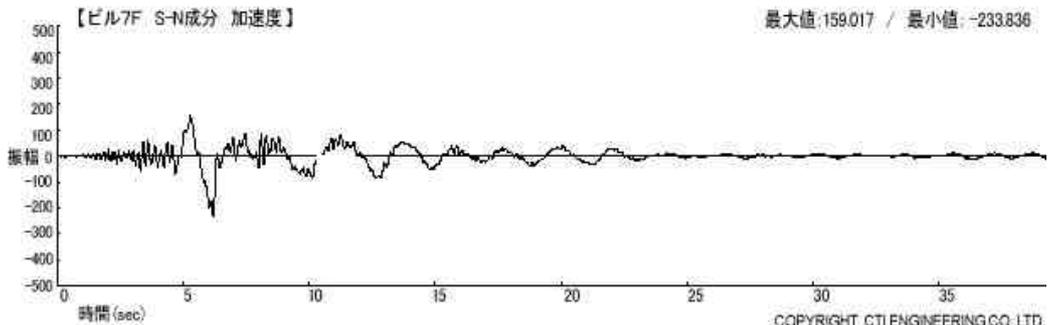


図 - 4 本震の加速度波形一覧表(CTI 福岡ビル)

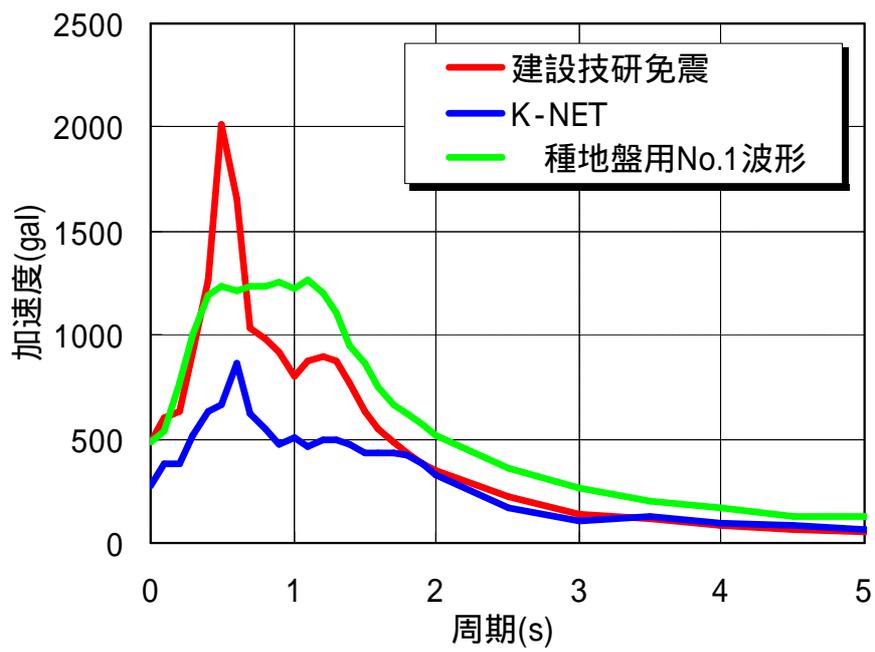
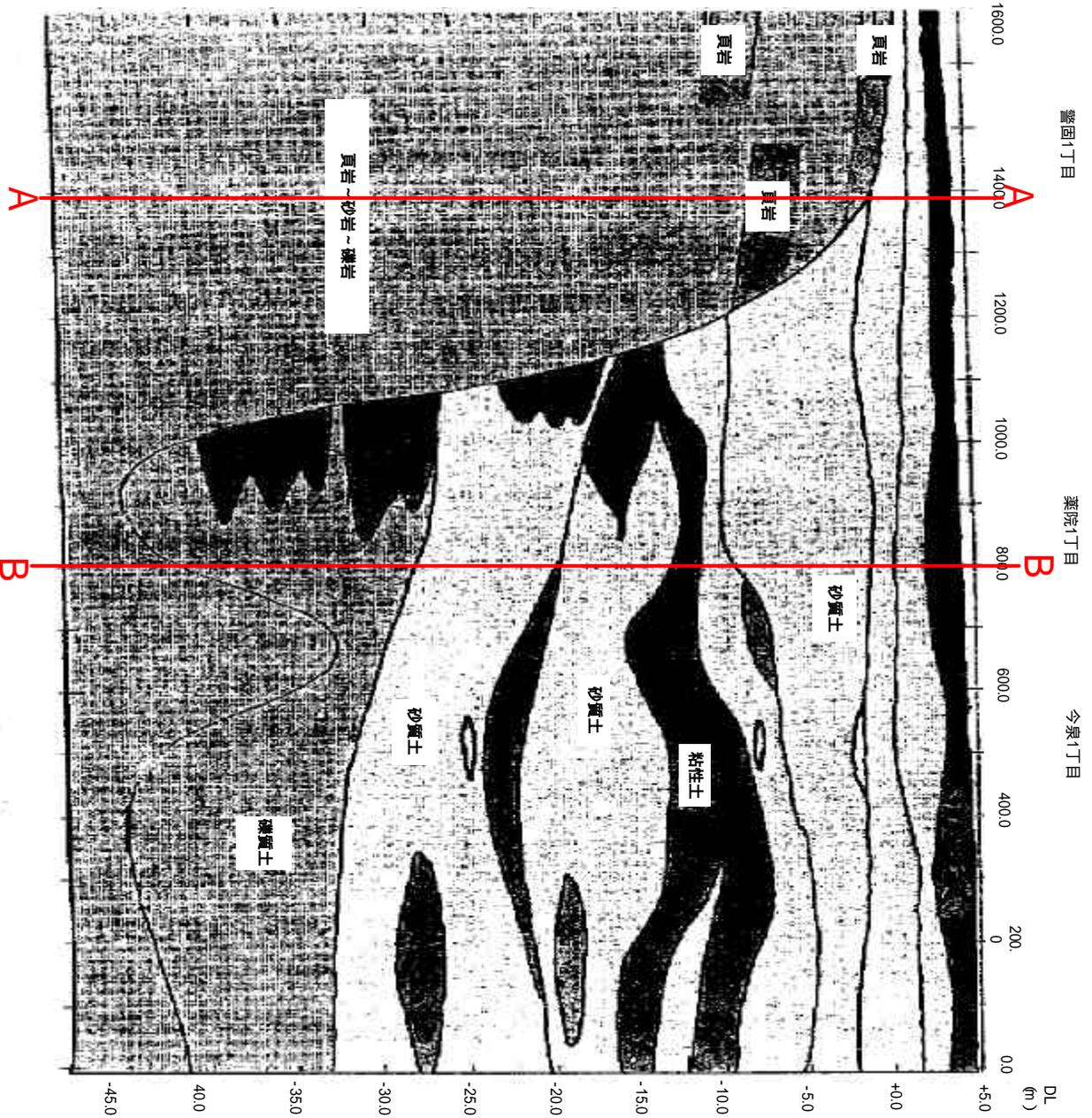


図 - 5 加速度応答スペクトルの比較

想定断層近傍の地盤図



数字はN⁹を示す

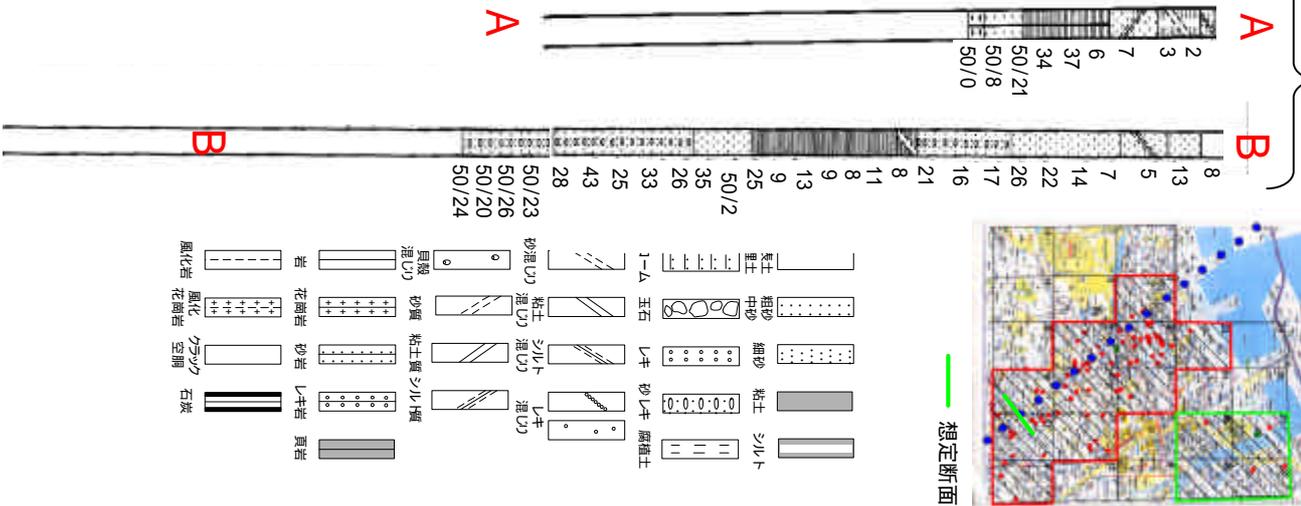
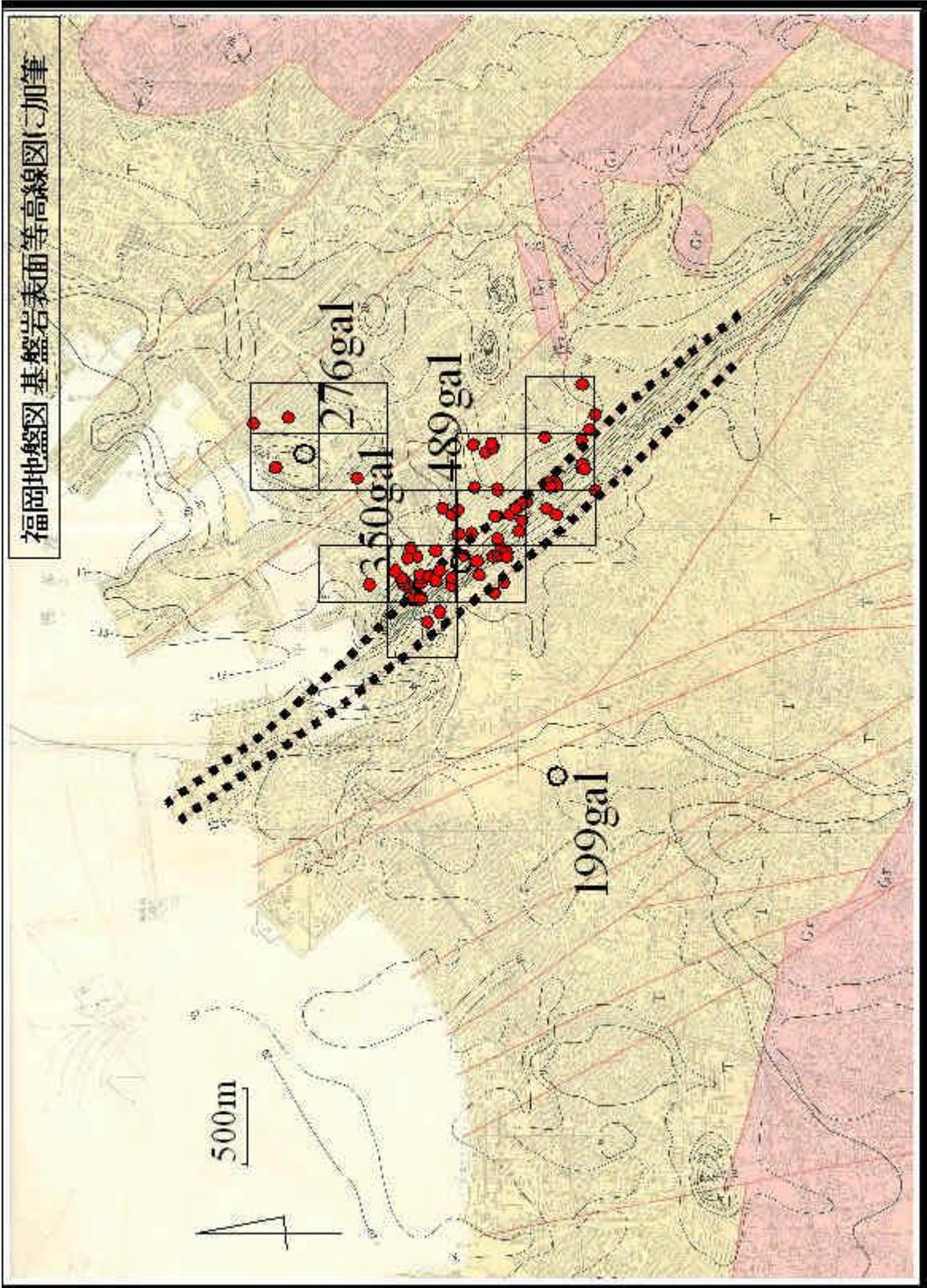


図-3 想定断層近傍の地盤図（ホーリングは断層近傍の代表例を衣9）



図一7 警固断層付近の基盤岩表面等高線図と構造物被害の分布



写真 - 1 柱のせん断損傷



写真 - 2 壁の損傷



写真 - 3 柱の損傷



写真 - 4 木造家屋損傷



写真 - 5 ブロック塀倒壊