

# 港湾施設地震被害解析調査委託

(鳥取県西部地震に関する調査整理業務)

## 報告書 [概要版]

平成13年7月

(財)沿岸開発技術研究センター

# 港湾施設地震被害解析調査委託

(鳥取県西部地震に関する調査整理業務)

## 報 告 書 [概 要 版]

平成13年7月

(財)沿岸開発技術研究センター



## 目 次

1. 業務概要	1
2. 鳥取県西部地震の概要	3
3. 各地区の被害状況	4
4. 地盤の地震動の解析	7
4-1. 解析目的	7
4-2 工学基盤面での地震動の推定	8
5. 港湾施設の液状化の再現解析	12
5-1. 検討概要	12
5-2. 検討対象施設	13
5-3. 被災状況	16
5-4. 被災メカニズムの分析結果	17
5-5. 被災メカニズムの考察・評価	26
6. マリーナ栈橋の被災メカニズムの再現解析	28
6-1. 検討概要	28
6-2. 検討対象構造	28
6-3. 被災状況	34
6-4. 検討手順	36
6-5. 被災メカニズムの考察・評価	37
7. 承水路の被災メカニズムの再現解析	54
7-1. 検討概要	54
7-2. 検討対象構造	54
7-3. 被災状況	57
7-4. 検討手順	59
7-5. 検討結果	60
7-6. 被災メカニズムの考察・評価	64
8. 課題の整理	65
8-1. 被災原因のまとめ	65
8-2. 再発防止策に関する整理	66
8-3. 今後の施設建設・維持管理	69
港湾空港技術研究センター指導議事録	70

## 1. 業務の概要

### 1-1. 業務概要

(1) 業務名

港湾施設地震被害解析調査委託

(2) 受託者

財団法人 沿岸開発技術研究センター

(3) 業務期間

平成 13 年 1 月 5 日 ～ 平成 13 年 7 月 30 日

(4) 調査目的

本調査は、平成 12 年 10 月 6 日に発生した鳥取県西部地震により被災した港湾施設（境港、米子港）を対象に、地震動及び被災メカニズムの解析を行い、被災状況と解析結果との整合性を検証し、その成果を取りまとめる。これにより、今後の施設建設や維持管理に役立てることを目的とする。

(5) 調査内容

調査内容を表-1.1.1 に示す。

表-1.1.1 調査内容

調査内容		
調査項目	調査仕様	数量
1. 計画準備	①業務計画書の作成	1 式
2. 地震に関する資料の収集整理	①被災した港湾施設の被災データと設計資料の収集・整理 ②地震データ・断層データの収集・整理 ③地震観測記録波形データの収集・整理	1 式
3. 地盤の地震動の解析	①港湾地域における地震動の考察 ②既往の設計入力地震動との比較検討	1 式
4. 被災メカニズムの解析	①既往設計手法による作用震度の算出並びに液状化の再現解析 ②マリーナ栈橋を対象とした被災メカニズムの再現解析 ③承水路を対象とした被災メカニズムの再現解析	1 式
5. 課題の整理	①被災原因のまとめ ②再発防止策に関する整理 ③今後の港湾施設建設、維持管理に関する知見の整理	1 式
6. 復旧誌の作成	①港湾の施設の復旧内容、本調査結果を取りまとめた復旧誌の作成	1 式
7. 報告書の作成	①成果の取りまとめ（A4 版 3 部・原図一式）	1 式

※ 当業務の解析においては、港湾空港技術研究所の指導を仰ぐものとする。

調査全体フローチャートを図-1.1.1 に示す。

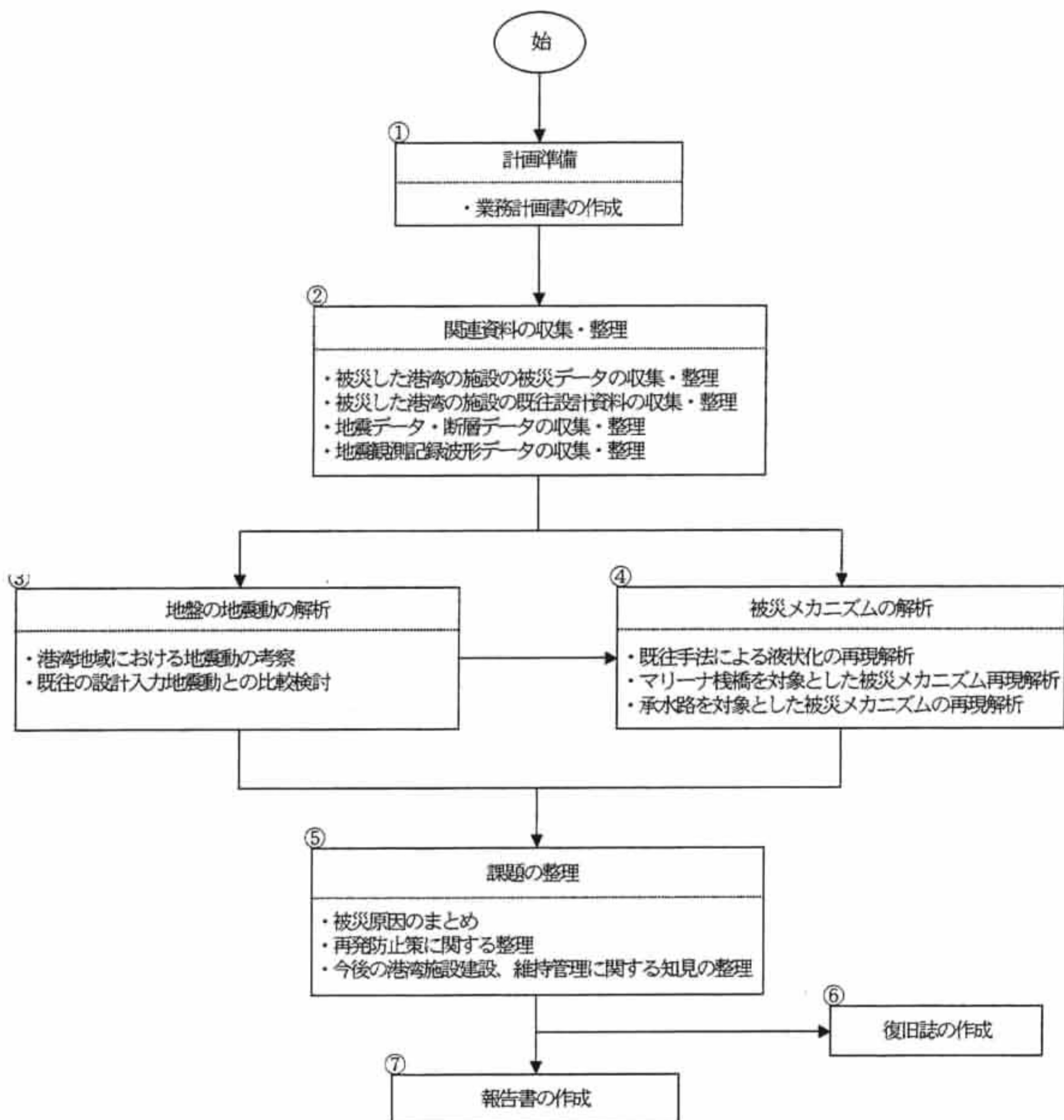


図-1.1.1 調査全体フローチャート



## 2. 鳥取県西部地震の概要

鳥取県西部地震は、平成12年10月6日午後1時30分頃、鳥取県西部を震源として発生し、鳥取県境港市と日野町で震度6強の揺れを記録した。地震の規模を表すマグニチュードは、当初気象庁よりMj=7.1と発表されたが、すぐに修正されMj=7.3とされた。また、モーメントマグニチュードはMw=6.6となっている。

震源は、35.3° N、133.4° E、深さ約10kmであり、震度分布や余震分布から北西-南東方向の長さ約20km~30km、幅10km~15kmの左横ずれ断層とされている。

この地震を気象庁は「平成12年(2000年)鳥取県西部地震」と命名した。

各地の震度分布を図-2.1.1に示す。

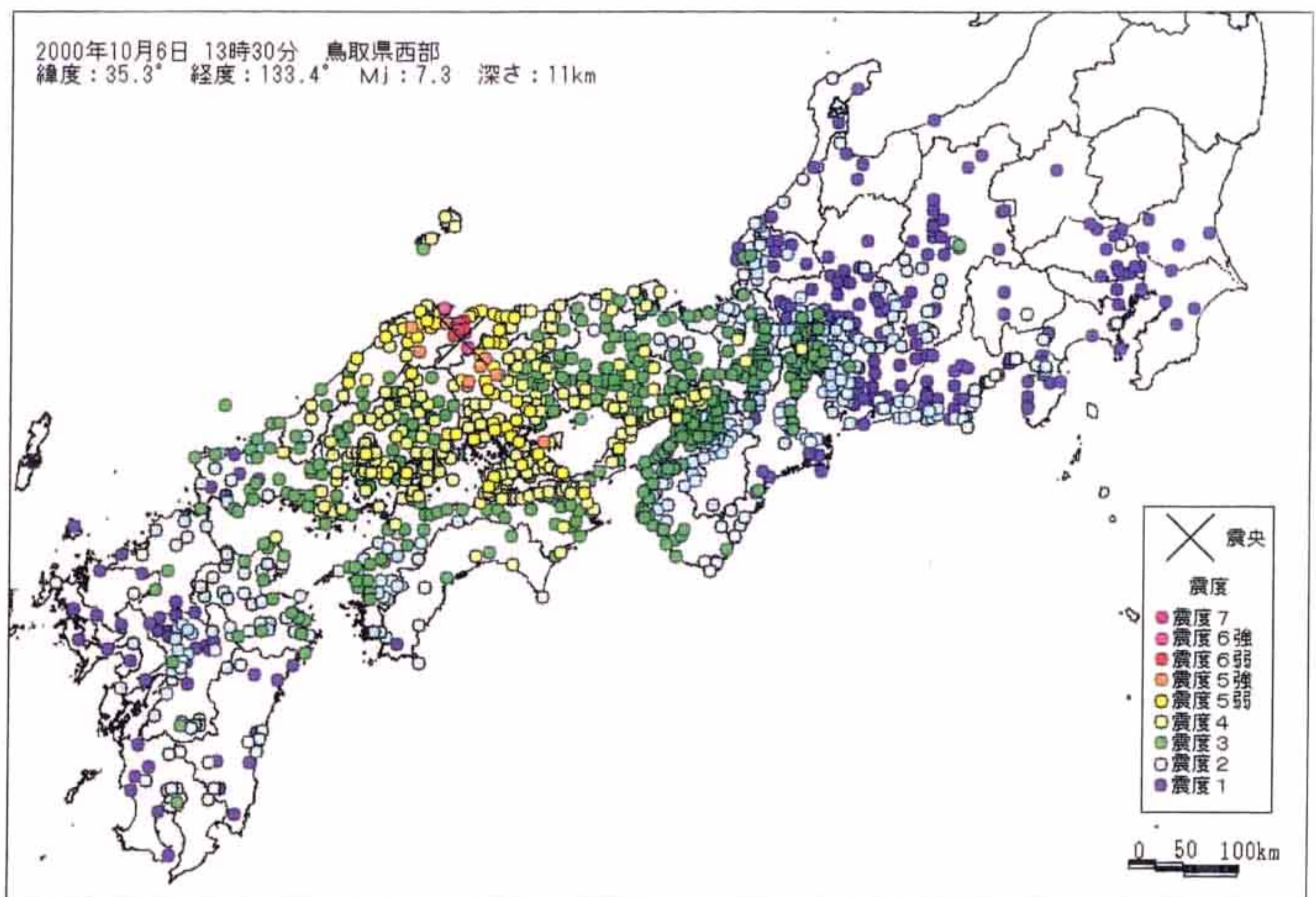


図-2.1.1 鳥取県西部地震における震度分布

(資料: 地震予知総合研究会 HP より)



### 3. 港湾施設の被害状況

平成12年10月6日に発生した鳥取県西部地震によって、鳥取県、島根県の各港では多くの港湾施設が被害を被った。

境港の被害状況は、竹内工業団地、昭和町で液状化の被害が顕著あり、広範囲に液状化が発生した。特に竹内工業団地の承水路では左右の護岸が液状化により高松川側にせり出し、河床部が大きく隆起していた。また、竹内南地区のPC杭のマリーナ棧橋で付け根を残してほとんど棧橋が倒壊していた。

米子港の被害状況は、旗ヶ崎地区で液状化の被害が顕著あり、岸壁の法線が1m近くはらみだし護岸背後地盤地盤に亀裂が見られた。特に岸壁の隅角部の被害は大きかった。

被災状況説明図を図-3.1.1に示す。



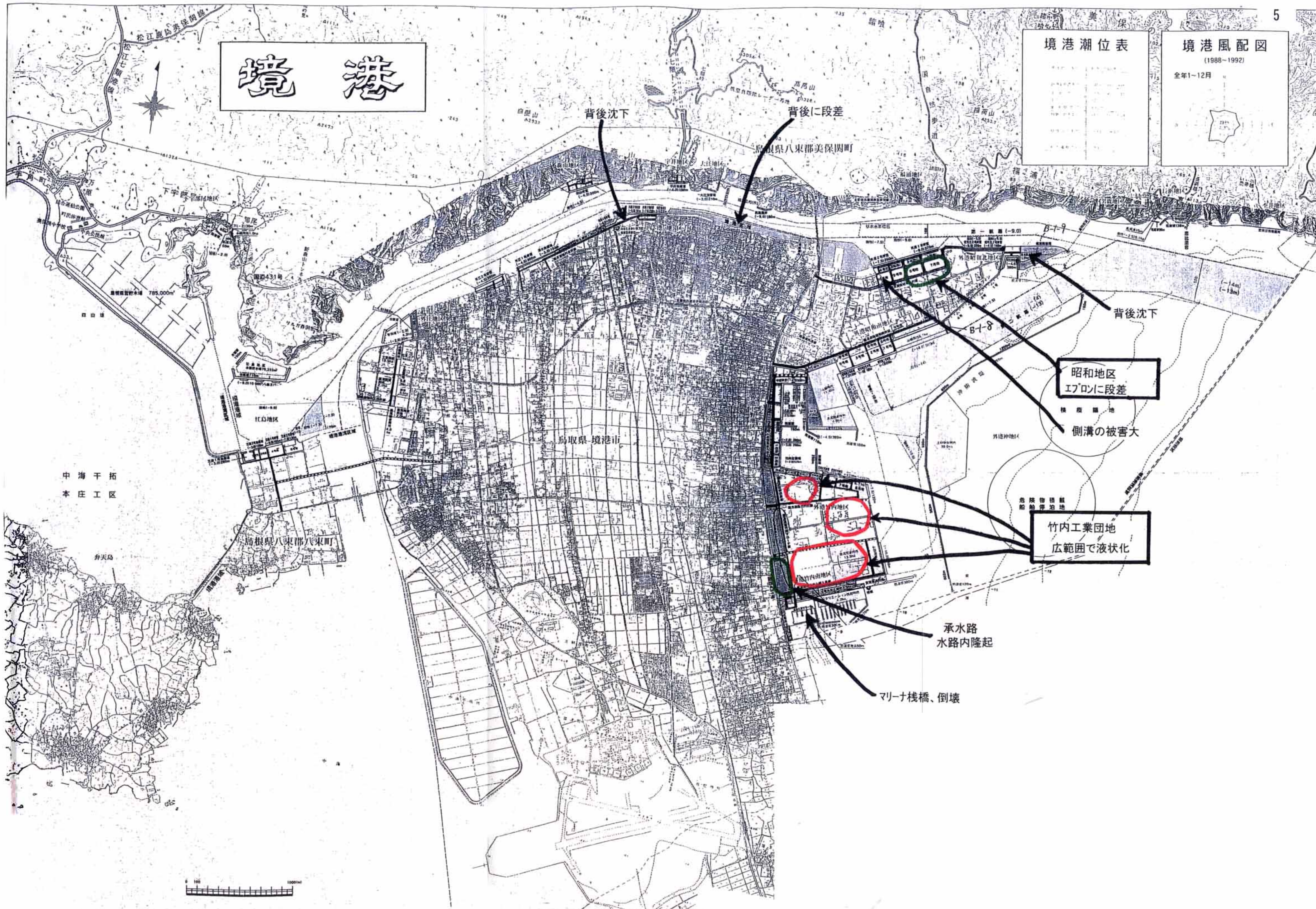


図-3.1.1 (1) 被災状況説明図 (境港)



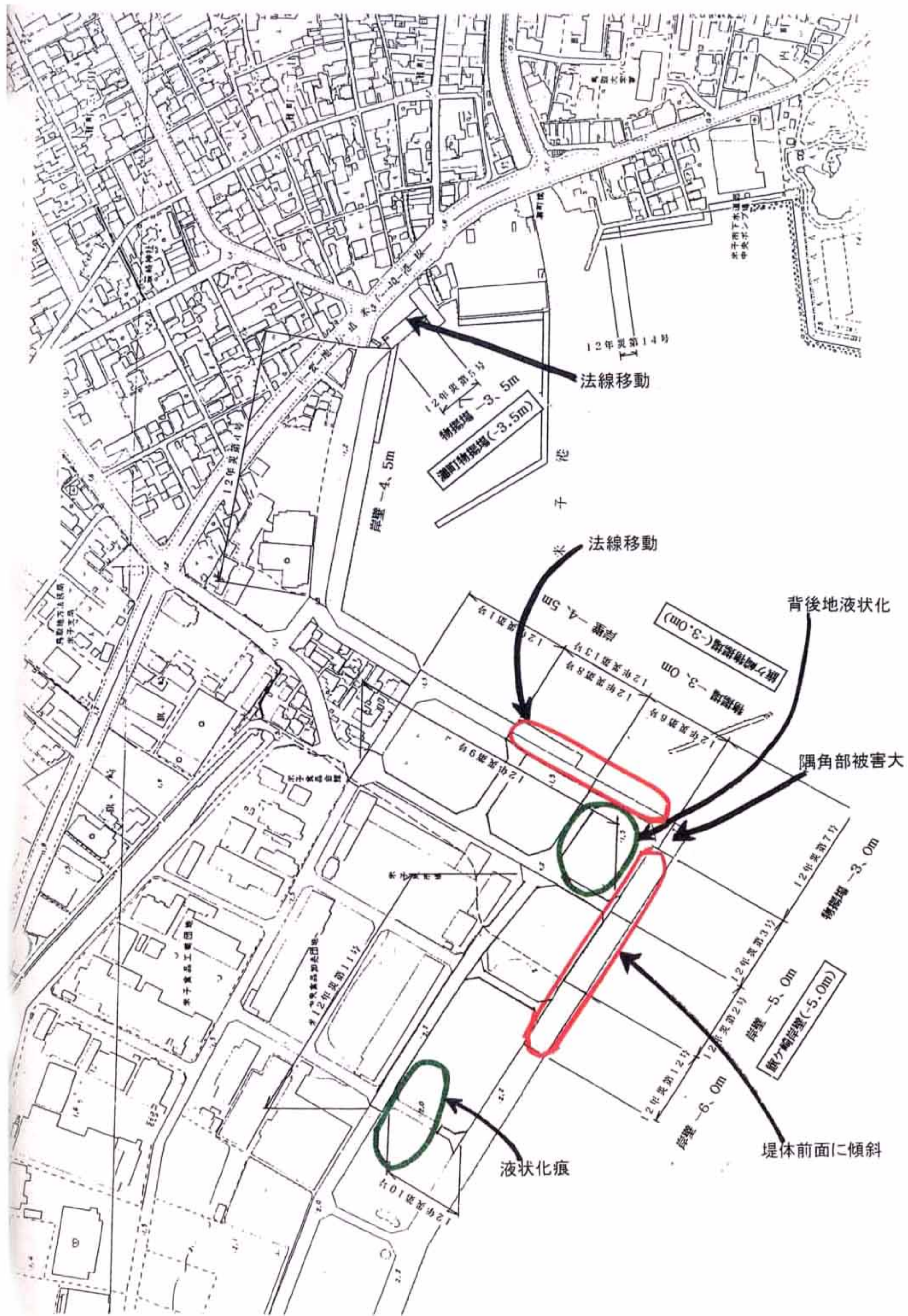


図-3.1.1(2) 被災状況説明図 (米子港)



## 4. 地盤の地震動の解析

### 4-1. 解析目的

鳥取県西部地震での港湾地域強震観測による各港湾の最大加速度をまとめて図-4.1.1に示す。

同図から明らかなおとおり、中国・四国・近畿地方の広い地域で地震動記録が得られている。

このうち特に震源に近く、かつ港湾に被害の見られた境港では、境港港湾空港工事事務所構内に設置された強震観測地点（境港-G）の観測記録が残されており（図-4.1.2参照）、計器特性による補正後の最大加速度はEW成分で302gal、NS成分で208gal、UD成分で96galとなっている。

また、境港市東本町の気象庁測候所では、構内に設置された95型震度計でも同地震での強震観測結果（図-4.1.3参照）が残されている。

本解析では、上記2地点での地震動について、次章以降で実施する被災シミュレーションに用いる工学基盤面での地震動の推定を試みるものとする

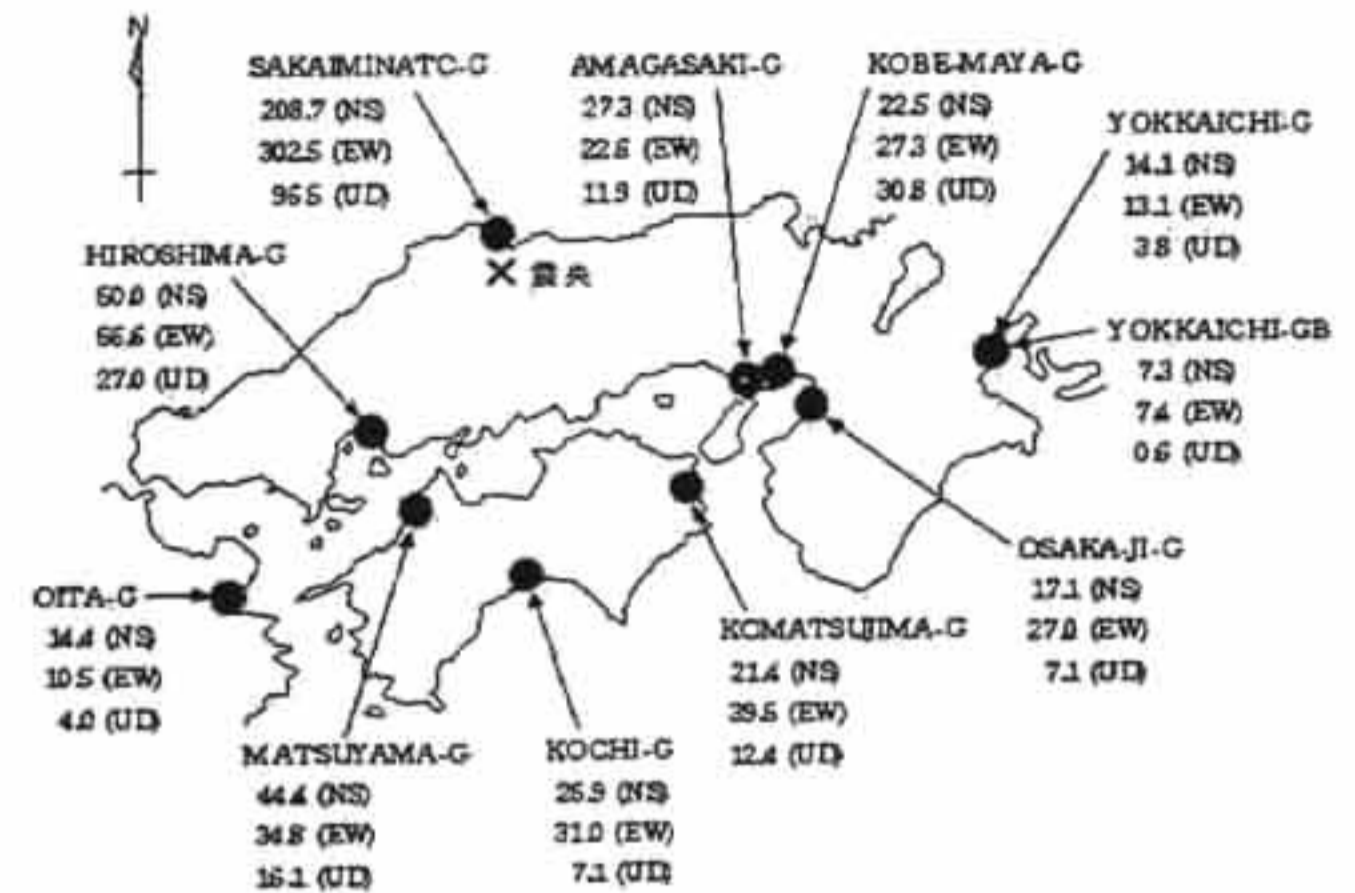


図-4.1.1 港湾地域強震観測による各港湾の最大加速度

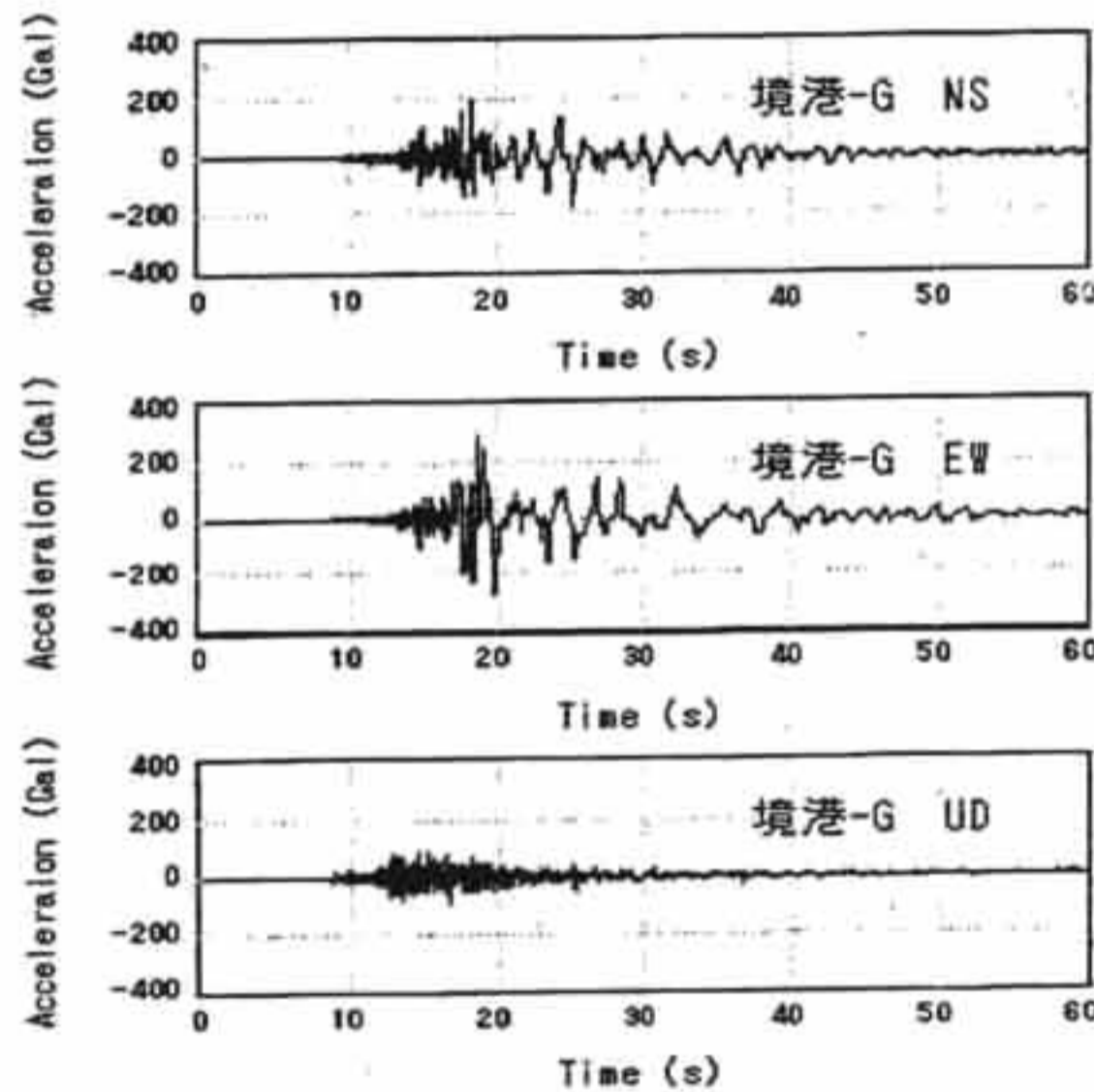


図-4.1.2 境港-Gの加速度波形

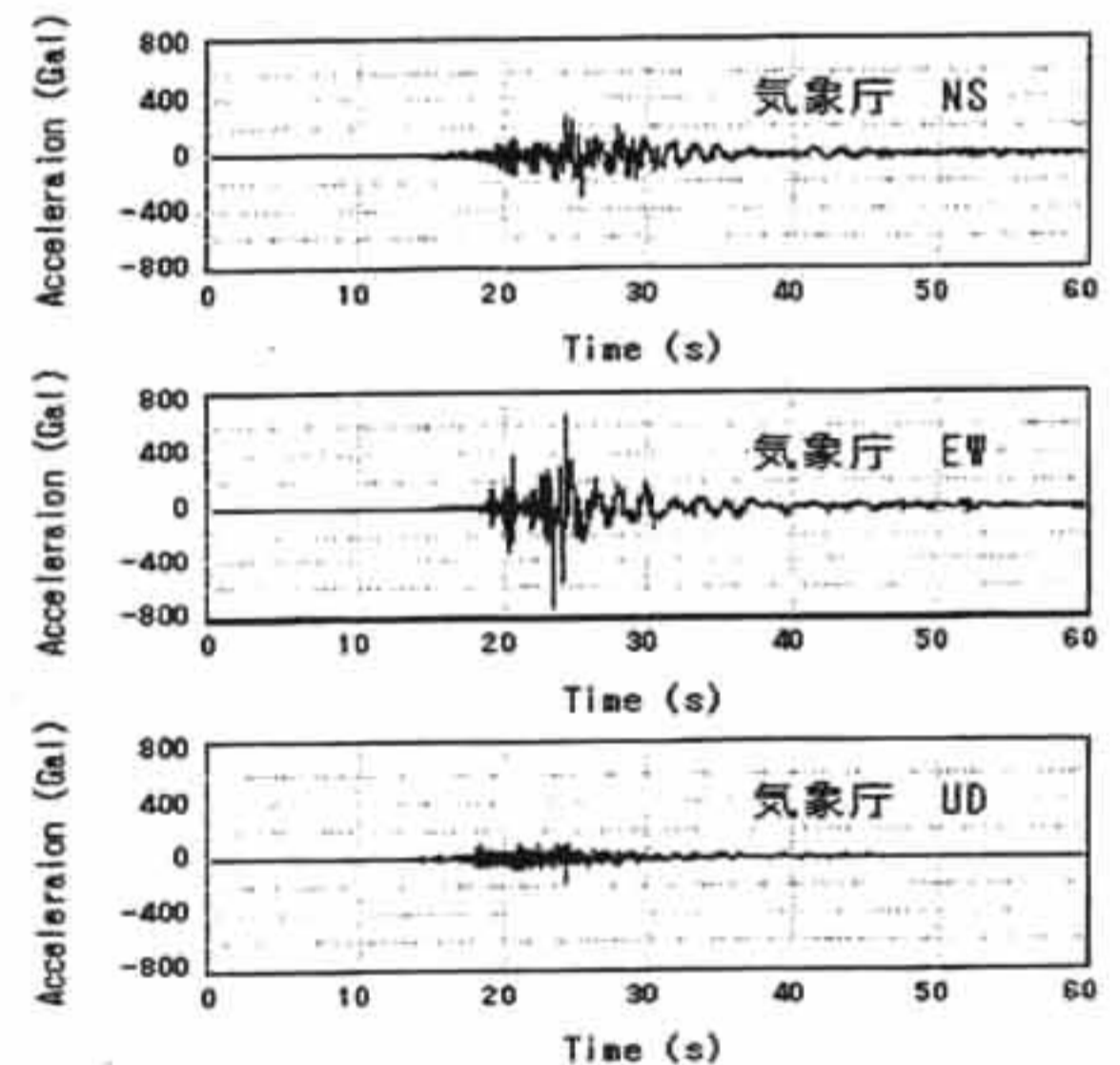


図-4.1.3 気象庁観測点の加速度波形



## 4-2. 工学基盤面での地震動の推定

### 4-2-1. 解析対象波形の選定と土質条件の設定

図-4.2.1に「気象庁」観測点と港湾強震観測地点との位置関係を示す。また、両地点の土質柱状図並びに地盤物性値を図-4.2.2および図-4.2.3に示す。なお、工学基盤面にはGL-60mの砂層( $V_s=400\text{m/s}$ )を設定した。

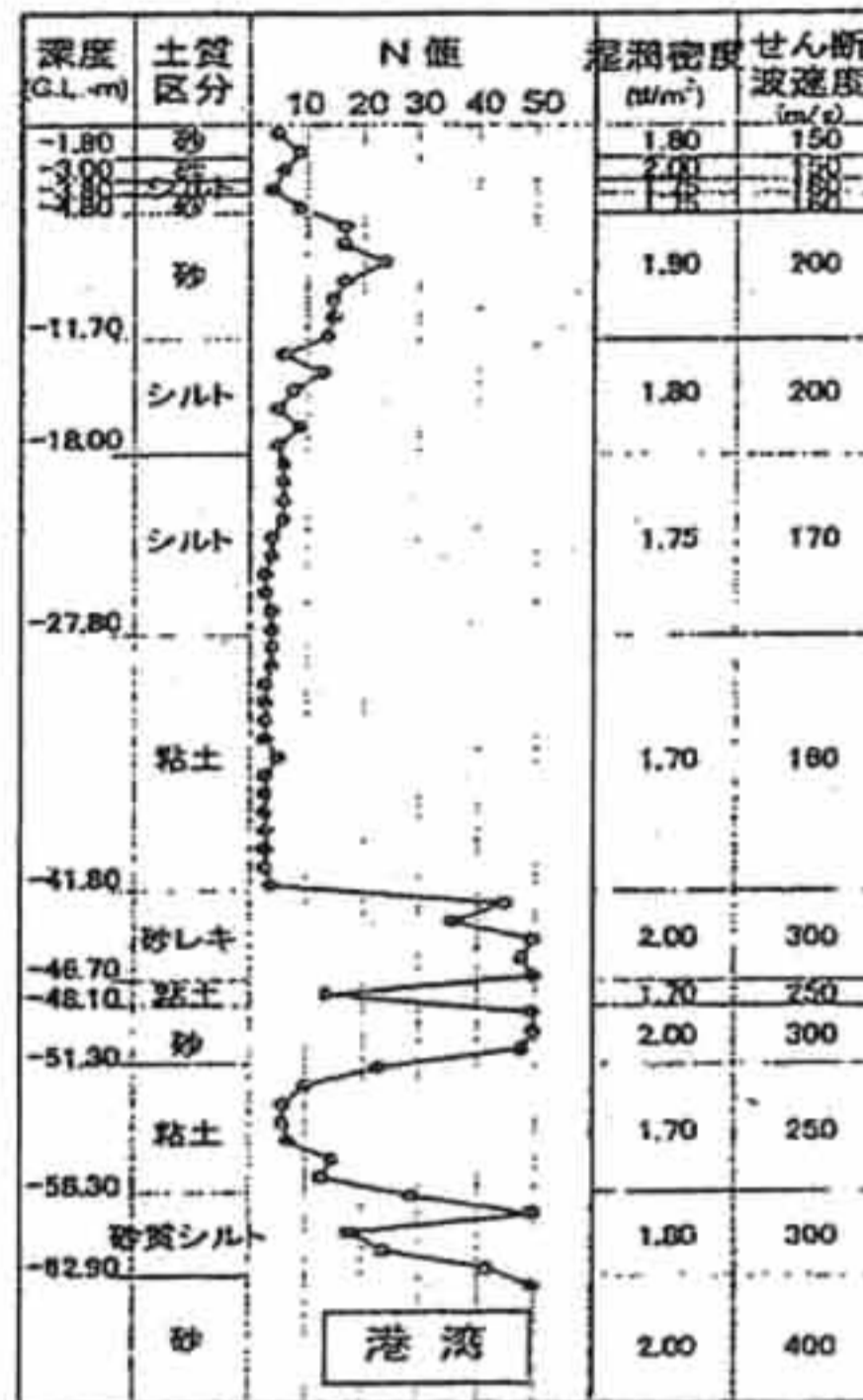


図-4.2.2 港湾強震観測地点の土質条件

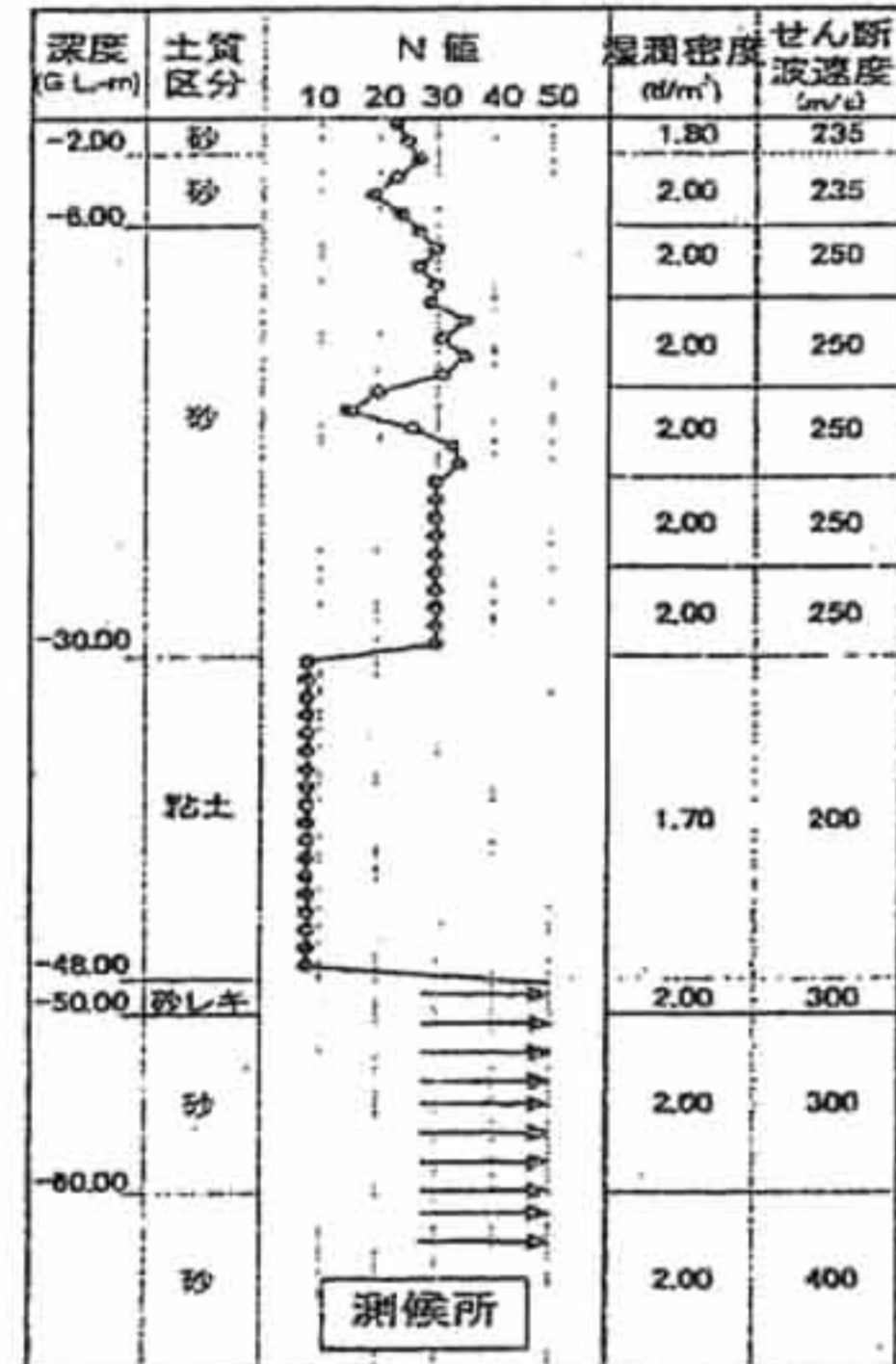


図-4.2.3 気象庁観測点の土質条件  
(今回の解析対象地盤条件)

### 4-2-2. 解析方法

観測波形の工学基盤への引き戻し解析は、周波数に依存した地盤剛性、減衰の評価が可能な一次元地盤応答解析プログラム“FDEL”を用いた。

これは、本地震が比較的規模が大きな地震であったことから、等価線形化法による地盤解析プログラム“SHAKE”で解析を実施した場合には、短周期成分の異常な減衰が生じたり、うまく基盤まで引き戻せない可能性が高く、解析結果の信頼性に課題が残ると考えたためである。



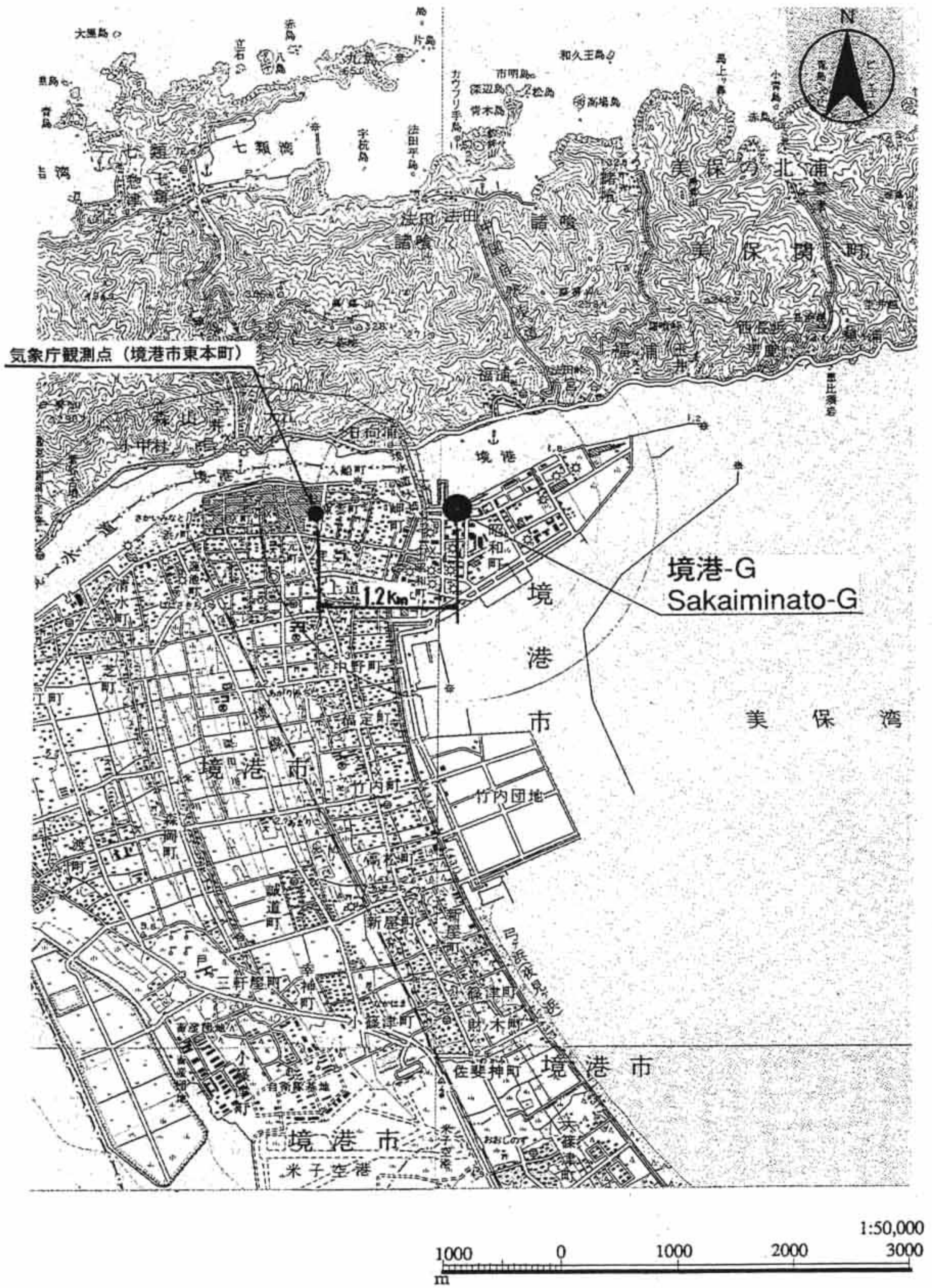


図-4.2.1 強震観測地点位置関係図



#### 4-2-3. 解析結果

気象庁観測地点での強震観測記録波形を工学基盤に引戻した場合の基盤面での加速度波形を図-4.2.4および図-4.2.5に示す。

なお、港湾共振観測地点の波形を工学基盤に引戻すことを試みたが、うまく収束せず、適当な解析結果を得ることができなかった。これは、港湾観測地点では、液状化が起こったことが指摘されており、地盤の非線形の影響が大きかったためであると考える。

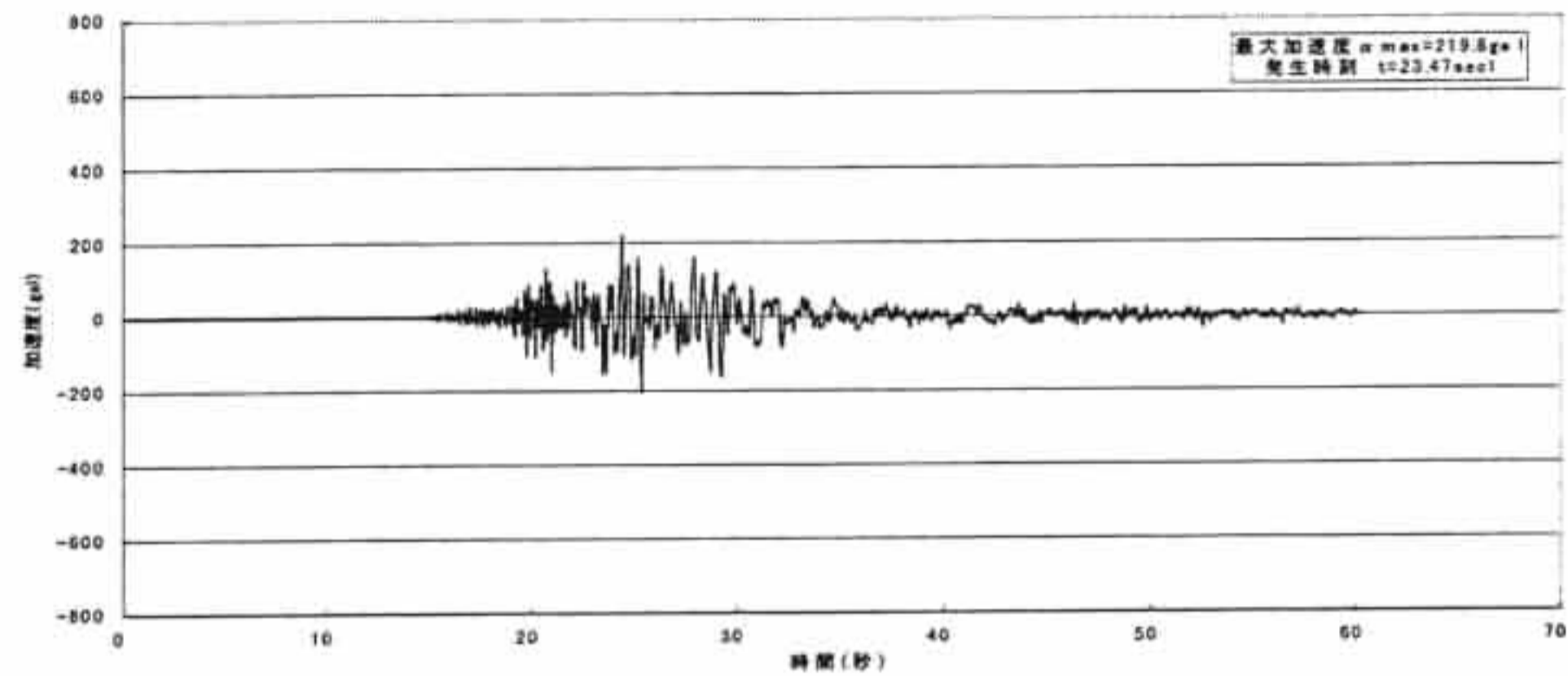


図-4.2.4 基盤引戻し波形 (NS 成分)

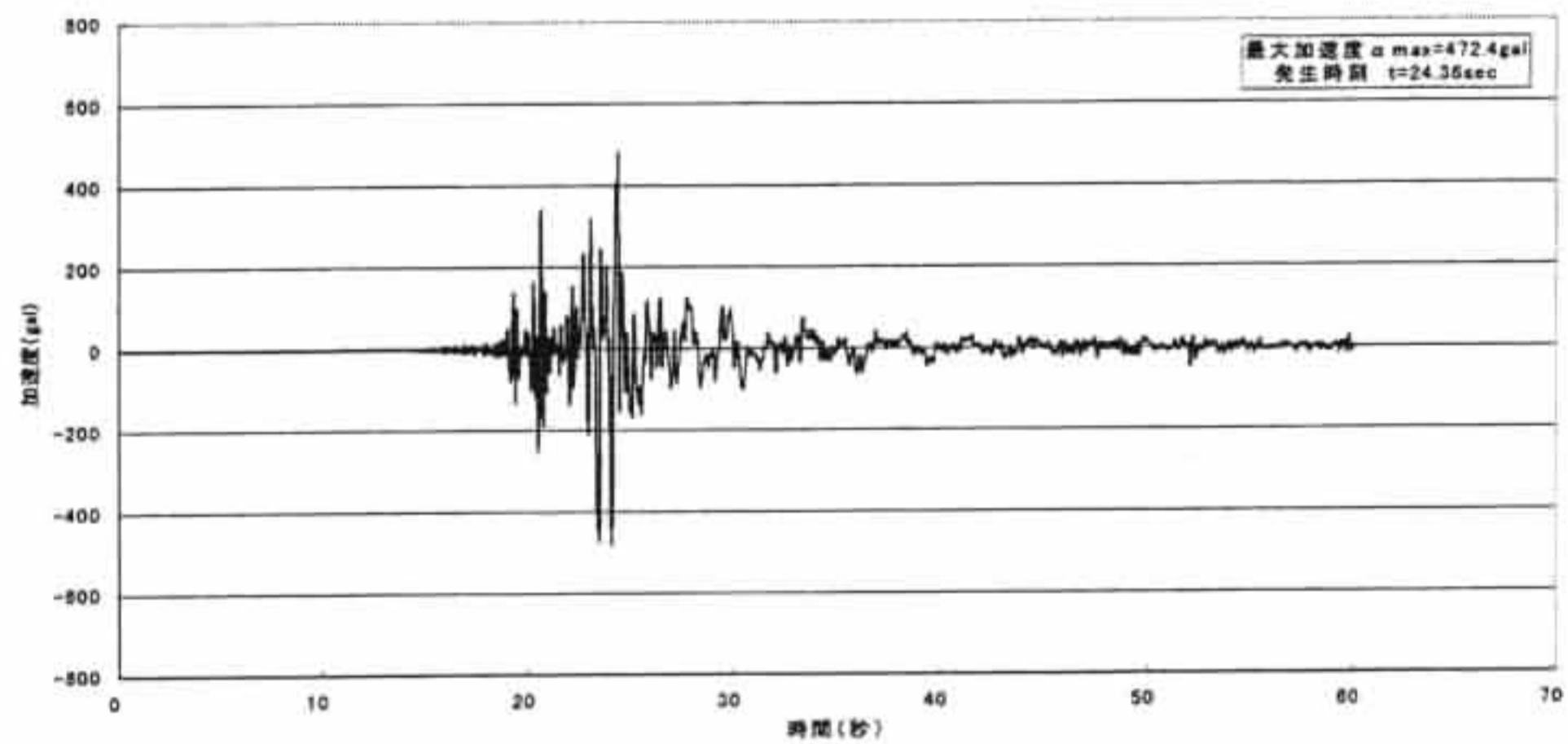


図-4.2.5 基盤引戻し波形 (EW 成分)



#### 4-2-4. 被災メカニズムの解析に用いる工学基盤面での地震動の設定

前節までの検討を踏まえ、次章以降の被災メカニズムの解析検討に用いる工学基盤面での地震動波形には、「気象庁」観測点では地盤の液状化に伴った非線形挙動の影響が含まれている可能性は低いと考えられることから、「気象庁」観測点の記録波形を工学基盤へ引き戻した波形を用いることとした。