

[投稿]

災害報告

2000年10月6日 鳥取県西部地震被害調査報告

事故・災害

(社)土木学会 鳥取県西部地震調査団

調査の概要

2000年10月6日13時30分、鳥取県西部の山間部を震源とするマグニチュード7.3 (M_J)の地震が発生し、鳥取県境港市と日野町で震度6強の揺れを記録した。土木学会・地震工学委員会(委員長:片山恒雄・科学技術庁防災科学技術研究所長)では直ちに被害調査団派遣に関する検討に入り、同日、土木学会災害緊急対応部門と協議の上、鳥取県西部地震被害に関する調査団派遣を決定した。調査期間は10月8日から10日(一部20日から22日)まで、清野純史(団長:京都大学)、磯山龍二(日本技術開発㈱)、田地陽一(清水建設㈱)、中村晋(日本大学)、橋本隆雄(㈱千代田コンサルタント)、濱田政則(早稲田大学)、藤原斉郁(大成建設㈱)、宮島昌克(金沢大学)の8名を現地に派遣し、調査を行った。なお、本報告において、ダム関連は小長井一男氏(東京大学生産技術研究所)、山口嘉一氏(建設省土木研究所)、道路・橋梁関連は野崎智文氏(建設省道路局)、松尾修氏(建設省土木研究所)、港湾関連は一井康二氏(運輸省港湾技術研究所)、大横正紀氏(農林水産省水産工学研究所)、野津厚氏(運輸省港湾技術研究所)、災害対応関連は村上ひとみ氏と瀧本浩一氏(山口大学理工学研究科)にご協力いただいた。

地震および地震動

気象庁の速報¹⁾によると、震源は35.3°N, 133.4°E, 深さ約10km(図-1)、また、上方修正された気象庁マグニチュードは7.3であるが、モーメントマグニチュード(M_w)は6.6^{2),3)}となっている。震度分布や余震分布⁴⁾から北西-南東走向の長さ約20~30km、幅約10~15kmの左横ずれ断層とされている^{2),5)}。鳥取県では、東部で1943年に死者1000人以上を数えたM7.2の地震が起こっている。今回の震源付近では、日野市北西部に位置する鎌倉山付近で、1989年と1990年にM5クラスの地震を含む群発地震が発生しており、また、米子市周辺でも1996年、1997年そして本年7月にM3~5クラスの地震が発生している。

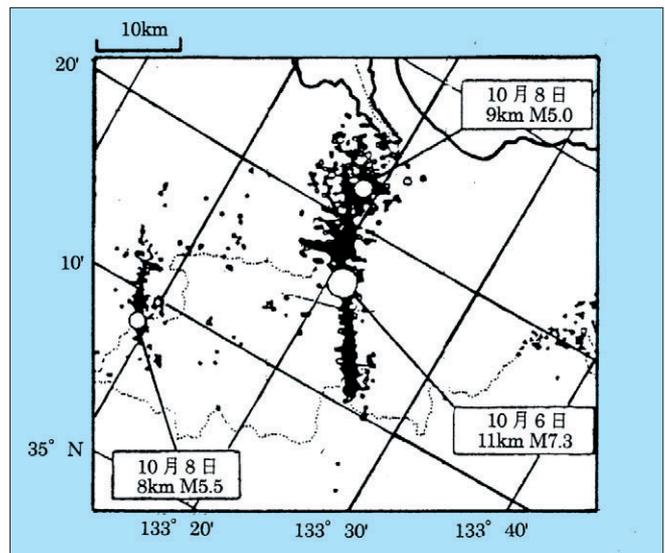


図-1 鳥取県西部の地震活動(気象庁発表資料⁶⁾一部修正)

表-1 各市町村役場の最大加速度と計測震度

| 市町村名 | 最大加速度 (gal) | | | 計測震度 | 震度階級 |
|------|-------------|-----|------|------|------|
| | EW | NS | UD | | |
| 境港市 | 213 | 113 | 93 | 5.6 | 6弱 |
| 米子市 | 383 | 314 | 307 | 5.8 | 6弱 |
| 日野町 | 1482 | 675 | 1407 | 6.3 | 6強 |
| 西伯町 | 802 | 607 | 1077 | 5.9 | 6弱 |
| 会見町 | 952 | 865 | 756 | 5.9 | 6弱 |
| 溝口町 | 816 | 522 | 433 | 5.7 | 6弱 |
| 岸本町 | 593 | 445 | 541 | 5.6 | 6弱 |
| 淀江町 | 342 | 333 | 148 | 5.6 | 6弱 |
| 日吉津村 | 326 | 258 | 145 | 5.5 | 6弱 |

震源周辺には、気象庁をはじめ、科学技術庁防災科学技術研究所のK-Net, KiK-Net, 消防庁震度情報ネットワークなどによる地震計・震度計が数多く設置されており、地震発生後の早い時期に地震動に関する有用な情報を数多く提供している。

境港市の震度6強(計測震度6.0)の揺れは、気象庁の境港市境港候所の記録より算出されたもので、最大加速度は763gal(EW)であった。表-1に、県が設置している震源近傍の市町村の震度計で観測された加速度記録のピーク値と計測震度、および震度階級を示す。

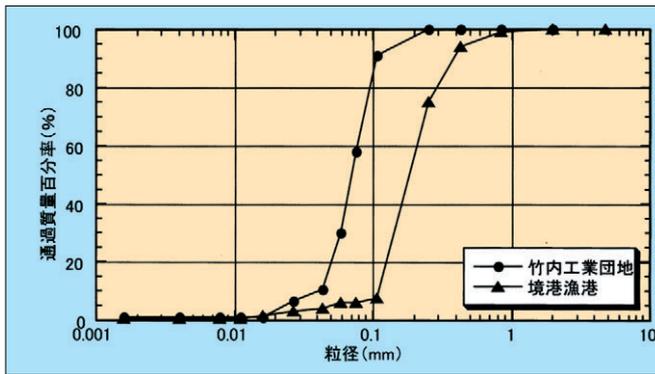


図-2 粒径加積曲線（竹内工業団地および境港漁港）

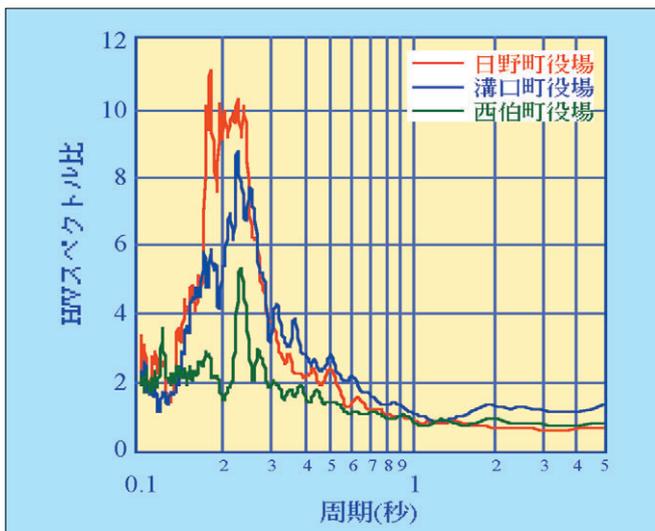


図-3 震源近傍地域のH/Vスペクトル

地質・地盤条件

境港市から米子市間および安来市周辺は主に沖積砂層からなり、米子市西部から安来市東部にかけての一部で第三紀の火成岩で構成されている⁷⁾。今回の調査の範囲では、液状化被害の報告されている竹内工業団地（境港市）の噴砂で、全般的に黒く細粒分を多く含む特徴が見られた。竹内工業団地および護岸被害を受けた境港漁港で採取された噴砂の粒径加積曲線を図-2 に示す。竹内工業団地における噴砂の細粒分が多いことがわかる。

震源に近い日野川上流部の山間部は、主に中世代の花崗岩からなり、日野町の一部で泥質片岩との変成岩が見られる。特徴としては、新鮮岩であっても節理の発達が著しく、剥離型落石が各地で見られることが挙げられる。

地盤震動

震源近傍で比較的硬質な地盤上にある日野町、溝口町、西伯町の役場における常時微動のH/Vスペクトルを図-3 に示す。いずれの地点においても0.2秒前後に卓越周期が認められる。また、会見町、日吉津村では0.3～0.4秒、岸本町、淀江町、米子市k-net site および境港市では0.7～1.5秒に卓越周期が認められた。



図-4 液状化の発生を確認した地点

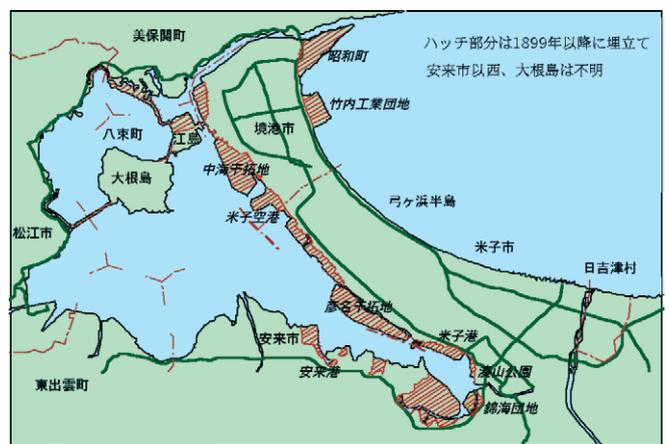


図-5 中海臨海地帯の埋立地

液状化被害

液状化の被害は、震源から30 km以内に位置する境港市、米子市、安来市、松江市の中海臨海地帯に集中した。

図-4 は、現地踏査による噴砂や地割れなどの確認および新聞報道などにより判明した液状化の発生地点を示したものである。境港市から米子市に至る弓ヶ浜半島は、日野川から流れる土砂が堆積してできた全長18 km、幅4 kmの砂州からなり⁸⁾、農用地、工業用地拡充を目的として図-5⁹⁾ に示すように埋立ておよび干拓が行われている。図より美保湾側は大半が自然海浜であるのに対し、中海側は造成地が多いことがうかがえる。図-4、図-5 を比較すると、今回の地震において液状化が発生した地点は、境港市の竹内工業団地、昭和町、米子市の米子港付近の埋立地に集中している。竹内工業団地（写真-1）や昭和町では、広範囲に液状化が発生し、建物周辺地盤の沈下、岸壁のはらみだしやエプロンの沈下・亀裂、側方流動による軽量の建物の不同沈下や移動、上水道などのパイプラインの損壊が見られた。また、米子市の旗ヶ崎（米子港）、彦名団地、錦海団地、湊山公園でも、建物周辺地盤の沈下、護岸のはらみだしや護岸背後地盤に亀裂が見られた。



写真-1 地震後に撮影した境港市竹内工業団地の航空写真（撮影日：10/7）

米子空港では、1996（平成8）年に滑走路を中海側に500 m 延長しており、今回の地震では、その滑走路において横断方向に2本の幅1 cm 程度の亀裂と1～2 cm の段差が生じたとのことである。また、彦名干拓地では、液状化の噴砂により農作物に被害が生じ、その被害額は約8000万円にも及んだ。

斜面崩壊・土砂災害

日野町では、下黒坂の国道180号など計17か所が土砂崩れで通行止めになった。また、JR西日本では、国道180号線と平行しているJR伯備線の線路が土砂崩壊によって寸断された。また、根妻トンネル（175 m）前後では、約500 m の間の4か所で土砂崩壊の被害を受けた。国道180号線は、黒坂～根雨間が落石、土砂崩壊により通行止めになっている。さらに、8日の朝から小雨が降り始め、日野町役場から北東に2 km の貝原では、余震で新たに山の沢部から長さ約50 m、幅5 m にわたって土石流が発生し、国道181号線と平行に走るJR伯備線の線路復旧作業現場を襲った。地震の影響で地盤が緩んだところでは、雨による新たな土砂災害の発生が懸念される。西伯町では、法勝寺中学校の高台にある軟式野球場に斜面崩壊の深さ2～3 m もある亀裂が生じた（写真-2）。盛土のすべり破壊と考えられる。溝口町宇代の鬼ッ子ランド脇の県道付近で山崩れが発生し、県道脇の避難所に停車していた軽自動車は落石や土砂に埋もれた。



写真-2 西伯町法勝寺中学校軟式野球場のテンションクラック

道路・橋梁被害

橋梁については構造物そのものの被害は少なく、落橋が生じたのは町道赤谷線原田橋（スパン7 m 単径間の斜橋）1か所であり、その他はほとんどが橋台付近での地盤の変状による段差の発生であった。山間部では地震動による土砂災害が発生し、米子自動車道で1か所被災したほか、県管理の一般国道180号、181号およびその他の県道において法面崩壊、落石等の被害が見られた。ただし、これらの箇所については被害発見後通行が制限されたものの、幹線道路については短時間である程度通行機能が確保された（補助国道以上の道路において10月17日以降通行止め箇所なし）。今後は、各被災箇所において本格的な復旧対策が展開される見込みである。

ライフライン被害

地震直後には、鳥取県西部の西伯町、会見町、日野町など合わせておよそ2800世帯で断水した。境港市の竹内工業団地内の工業用水配水管は液状化によって大きな被害を受けた。液状化により承水路の護岸が移動し、水路幅が減少したことにより変形している。また、地盤も沈下している。

都市ガスは、米子ガスが米子市の約14600世帯に供給している。製造施設、2基の球形ホルダー、有水式ホルダーには被害がなかった。ガス漏れが43件発生したが、ほとんどが灯内管であり、本支管の被害は1ないし2か所程度である。下水道の被害として、10月10日現在で鳥取県土木部都市計画課に12件の被害が報告されている。被害は米子市、境港市、日野町、溝口町、淀江町、日吉津村で発生しており、主に管渠の破損とマンホールの隆起が報告されている。電話については、溝口町内で一部不通になったほか、安否を確認する電話が殺到して輻輳したため、NTT西日本鳥取支店では午後2時半に災害用伝言ダイヤルを設けるなどして対応した。電力については、地震直後に停電したがすぐに復旧した。その後の余震によっても電柱から各戸への引き込み線が

切断されて電気の供給を受けることのできない世帯が出たが順次復旧し、大きな混乱はなかった。

ダム関連

鳥取県西部から北に向かって流れる法勝寺川（流路延長 25 km，流域面積 121.7 km²）をせき止めて造られた賀祥ダムでは、監査廊（EL. 87.0 m）で NS 528.5 gal，EW 531.1 gal，UD 485.2 gal，天端（EL 124.4 m：エレベータシャフト内）で NS 2 051.0 gal，EW. 1 406.2 gal，UD 884.2 gal という大きな加速度を記録した。このダムは多目的ダムで、堤高 46.4 m，堤頂長 174.0 m，堤体積 86 600 m³の重力式コンクリートダムである。余震域のほぼ直上に存在している。

地震計が EL 87.0 m の監査廊，およびエレベータシャフト内 EL. 124.4 m（天端標高）にあり，これまでのダムでの記録としては上述のような最大級の加速度が得られている（基盤標高 EL. 78.0 m）。当時の貯水池水位は洪水制限水位の EL 114.6 m より少し低い EL. 112.2 m であった。天端にある副ゲート機械室の壁面にわずかな斜めクラックが認められ，窓が破損した。また管理事務所玄関前の駐車場が 10 cm ほど沈下した他は，変状は認められない。ダムの安全性および機能にも異常は報告されていない。

港湾被害

外港昭昭和南地区には重力式岸壁が 3 バースあり，その前面水深は西から順に -7.5 m，-10 m，-13 m となっている。構造形式は -7.5 m 岸壁の一部を除き置換砂・捨石マウンドおよびケーソンによる構造となっている。最も西に位置する -7.5 m 岸壁は境港で唯一の耐震強化岸壁であり，その設計震度は 0.23 と，他の係留施設（設計震度 0.1 ~ 0.15）と比較して高い設計震度で設計されていた。-10 m 岸壁については，背後地盤においてロードコンパクションによる地盤改良が実施されていた。これら 3 施設ともケーソン背後の地盤が沈下し，沈下しないケーソン部分との間に段差が生じた。このうち東の -13 m 岸壁で生じた段差がもっとも顕著であり，エプロンとヤードの間に最大で 50 cm 程度の段差が生じた。3 バースとも法線の出入りが軽微であったことから船舶の係留そのものに支障はなかった。

主要港湾施設以外では，昭北地区の漁港地区 -6.0 m 岸壁（通称：かに棧橋）に大きな被害が生じた。液状化が発生し，上屋の柱基部周辺に最大 0.6 m 程度の陥没が発生すると同時に，岸壁法線は湾曲しながら最大 1.3 m 程度はらみだしていた。また，ポンプ浚渫により埋め立てられた竹内地区では大規模な液状化が発生し，埋立地

内を流れる水路で水路幅が 2 m 程度縮小すると同時に，河床が最大 1 m 程度盛り上がっていた。竹内地区の南側にあるマリーナでは，ヨット係留用の小型の杭式棧橋 3 基が倒壊した。

災害対応

自治省消防庁の 10 月 18 日 20 時現在の人的被害は，死者はなく，負傷者は鳥取県 97 人，島根県 10 人，岡山県 18 人，広島県 3 人，香川県 2 人，兵庫県 1 人の合わせて 131 人である。震度に対する負傷者発生率は，1993 年釧路沖地震や 1994 年北海道東方沖地震など，これまでの地震に比べて小さかった。この背景としては，鳥取県の木造住宅の耐震性や，地震発生の季節や時刻との関連が考えられる。

負傷者の特徴としては転倒による骨折疑いなどが多く，また年齢・性別では，高齢の女性が多かった。これは，日野町，江府町，溝口町，西伯町，会見町など 65 歳以上の人口構成比が 25 ~ 30 % にも上る（1999 年 3 月 31 日現在の住民基本台帳による）ことと無関係ではない。

高齢社会での災害では，被災後の避難，安否確認，救急救助，後片付け，復旧に特別の配慮が必要である。また，どのような被害が発生し，それに対してどのような災害情報伝達と緊急対策がとれたのかを検討しておくことが今後の防災対策・体制を改善するために重要である。

付記 本調査の詳細は土木学会の HP にて公開されていますので，ご参照ください。

<http://www.jsce.or.jp/report/index.html>

参考文献

- 1 - 気象庁：平成 12 年（2000 年）鳥取県西部地震について，記者会見資料，平成 12 年 10 月 6 日 17 時 50 分発表
- 2 - 菊地ら：EIC 地震学ノート No.93 s Oct. 6, '00，東大震研情報センター，2000.10.7.（http://kea.eri.u-tokyo.ac.jp/EIC/EIC_News/001006.html）
- 3 - 建設省国土地理院：断層モデルの概念図，平成 12 年 10 月 7 日。（<http://www.gsi-mc.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2000/1007-2.htm>）
- 4 - 京都大学防災研究所地震予知研究センター：稠密余震観測（全国大学合同地震観測），http://www2.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/sato/tottori/index_j.html
- 5 - 関口春子・岩田知孝：K-net，KiK-net 地震記録を用いた断層破壊過程の推定，京都大学防災研究所地震災害研究部門 HP，<http://sms.dpri.kyoto-u.ac.jp/iwata/ttr.source.html>
- 6 - 気象庁：平成 12 年（2000 年）鳥取県西部地震の余震活動について，報道発表資料，平成 12 年 10 月 16 日 18 時 00 分発表
- 7 - 中国地方土木地質図編纂委員会：中国地方土木地質図，1984。
- 8 - 中海臨海地帯の地盤（都市地盤調査報告書 第 15 巻），大蔵省印刷局，1967.3
- 9 - 日本図誌大系：中国，朝倉書店，1975.5