

2000年鳥取県西部地震における 上水道管路網の被害分析

宮島昌克¹・吉田雅穂²・北浦 勝³

¹正会員 工博 金沢大学教授 工学部土木建設工学科 (〒920-8667 石川県金沢市小立野2-40-20)

²正会員 博(工) 福井工業高等専門学校助教授 環境都市工学科 (〒916-8507 福井県鯖江市下司町)

³フェロー 工博 金沢大学教授 大学院自然科学研究科 (〒920-8667 石川県金沢市小立野2-40-20)

2000年10月6日に発生した鳥取県西部地震においては、鳥取県西部の西伯町、会見町、日野町などで合わせておよそ2,800世帯が地震直後に断水し、市民生活に大きな影響を及ぼした。本研究では、米子市と境港市に給水している米子市水道局に注目し、上水道被害の全体像を被害統計に基づいて報告するとともに、被害の特徴について分析した。特に、液状化の発生が顕著だった境港市の竹内工業団地内の被害に注目し、地盤データを解析することにより地盤特性と管路被害との関係を考察した。その結果、管路の被害は液状化による地盤変形の影響を強く受けていることが明らかになった。

Key Words : 2000 Tottoriken-Seibu earthquake, earthquake damage, lifeline, liquefaction, water supply pipeline

1. はじめに

2000年10月6日午後1時30分、鳥取県西部の山間部 (35.5° N, 133.4° E, 深さ約10km) 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強の揺れを観測した。この地震で、幸い死者は出なかったが、鳥取県で97人、鳥根県10人、岡山県13人など近隣地域を含めて131人の負傷者が出るとともに、ライフライン構造物にも被害が生じた。

鳥取県内の水道施設の被害状況としては管路被害が最も多いが、水道施設全般に被害が及び、9市町村30事業体が被害を受けている。主な被害内容は、配水池の亀裂、水源の濁り、導水管、送水管、配水管、滅菌装置、給水管の破損などであり、被害金額は概算で約6億円が見込まれている¹⁾。

本研究では、米子市と境港市に給水している米子市水道局に注目し、上水道被害の全体像を被害統計に基づいて報告するとともに、被害の特徴について報告する。特に、液状化の発生が顕著だった境港市の竹内工業団地内の被害に注目し、地盤データを解析することにより地盤特性と管路被害との関係を考察する。

2. 米子市水道管路網の現況と被害の概要

米子市水道局は、米子市、境港市、日吉津村の2市1村を給水区域とし、給水人口は約178,000人であり、日平均量約70,000m³を配水している。導水管、送水管、配水管の敷設延長は、それぞれ7.5km, 21km, 1123kmである。ここでは主として配水管の被害に注目するので、配水管の管径別敷設延長割合を図-1に示す。50mm以下の小口径管が38%を占めており、250mm以上の管路は7%に過ぎない。図-2は、配水管の管種別敷設延長割合を示している。鋳鉄管(CIP)が74%を占めており、耐震的に弱い石綿セメント管(ACP)がまだ19%埋設されている。

図-3は、米子市水道局給水維持課によって作成された配水管の被害分布図²⁾である。同図によれば、配水管被害が集中している地域は、液状化発生区域と良い対応を示していることが分かる。そこで次章以降では、液状化発生区域のひとつである竹内工業団地を取り上げて管路被害と地盤特性との関係について考察する。

図-4は配水管の管径別被害件数を、図-5は管径別被害率をそれぞれ表している。被害率とは被害件数をそれぞれの敷設延長距離で除した値であり、ここでは1kmあたりの被害箇所数を示している。図-4に

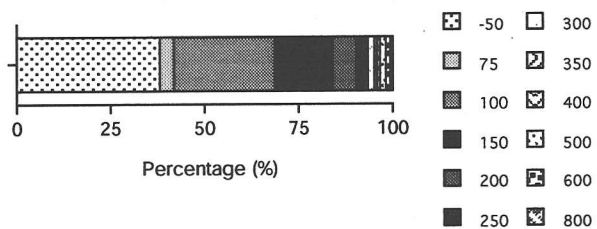


図-1 配水管の管径構成割合

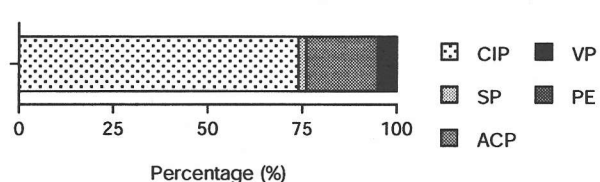


図-2 配水管の管種構成割合

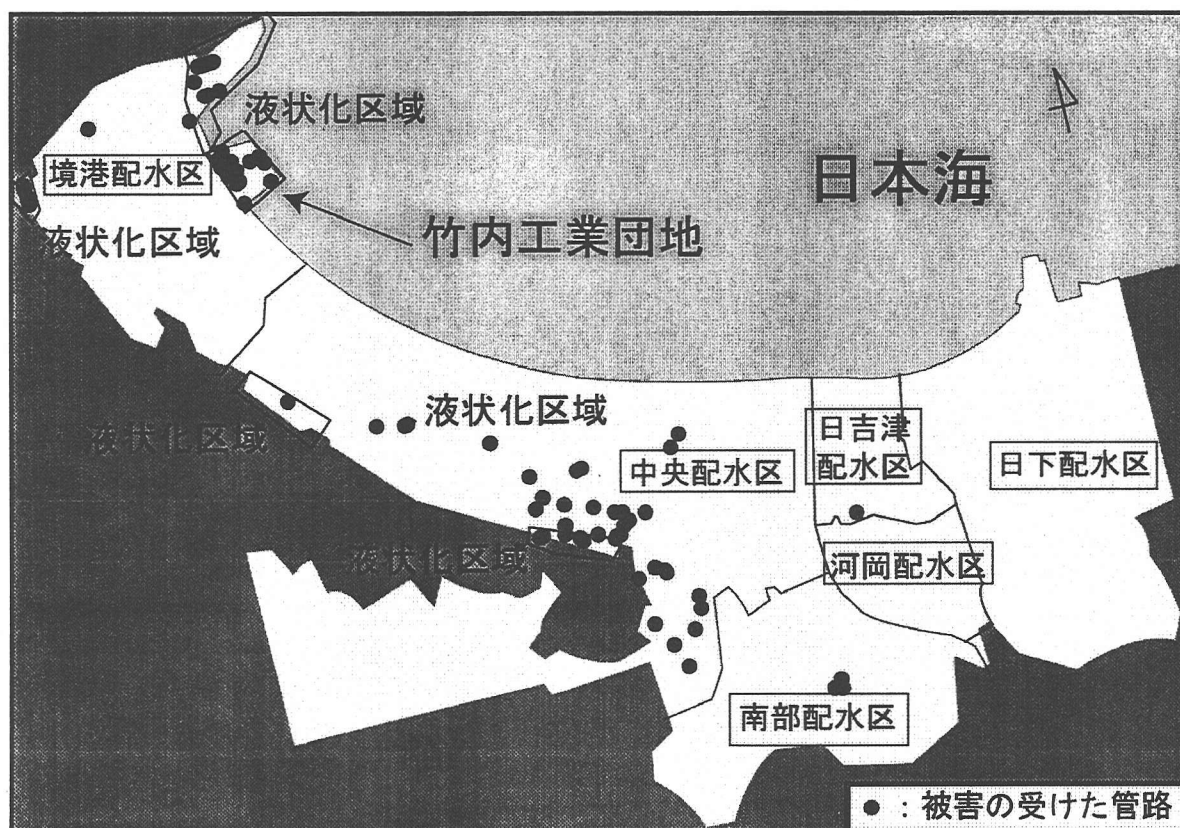


図-3 配水管の被害分布図²⁾

よれば、50mm以下の小口径管の被害が最も多く、300mm以上の大口径管にはほとんど被害の生じていないことがわかる。これを被害率で比較すると図-5に示すように、75mm、50mmで被害率が大きく、他は0.1箇所/km前後の値となる。

管径50mm以上の配水管の管種別被害件数を図-6に、管種別被害率を図-7にそれぞれ示す。被害箇所数では铸铁管が最も多くなっているが、被害形態としてはT型铸铁管の抜けと突っ込みが多い。ついで鋼管が多くなっているが、ネジ部分の切断がほとん

どであった。石綿セメント管は強度が低い割には被害箇所数が少なくなっている。これは、近年開発された地盤条件の比較的良くない場所には石綿セメント管が埋設されていないためであると考えられる。被害形態としては管体部の折れと継手の引き抜けが見られた。塩化ビニル管は管径50mm以上の配水管にはほとんど用いられておらず、被害箇所数も小さくなっている。一方、被害率で比較すると鋼管のそれが大きくなっているが、これは図-2からもわかるように敷設距離が他に比べて極めて短いことによる。

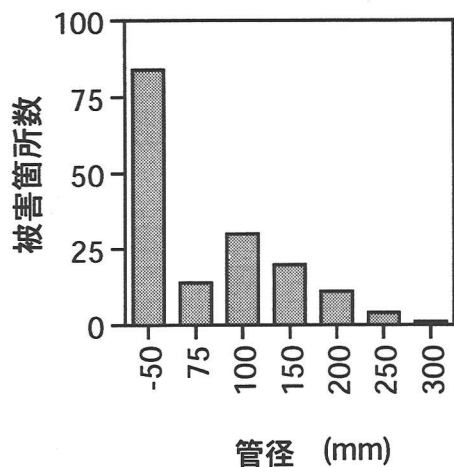


図-4 配水管の管径別被害箇所数

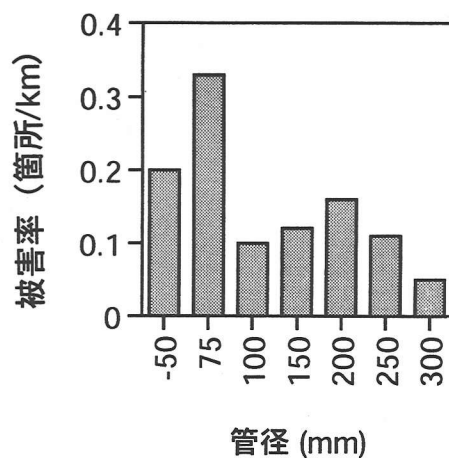


図-5 配水管の管径別被害率

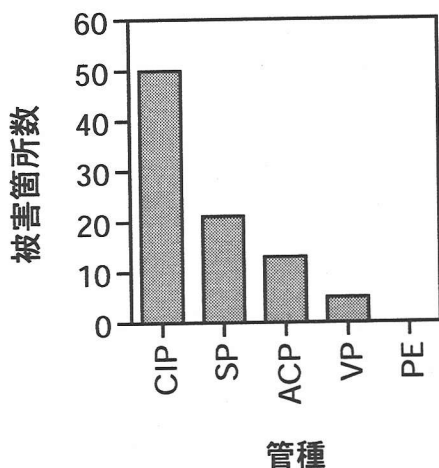


図-6 配水管の管種別被害箇所数 (φ50mm以上)

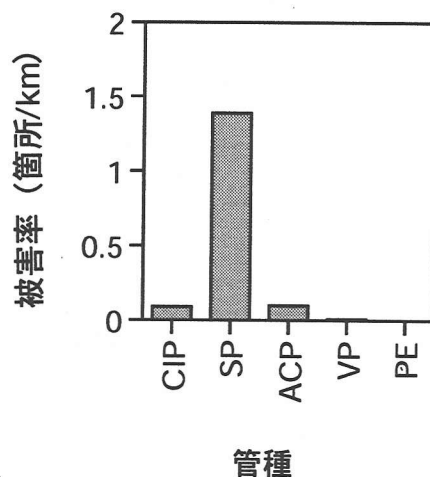


図-7 配水管の管種別被害率 (φ50mm以上)

3. 竹内工業団地における地盤特性と管路の被害の関係

竹内工業団地は図-3に示す位置に造られた埋立地で、昭和53年度から60年度に、周辺の航路や泊地の浚渫土砂や埋立地前面の海底土砂で埋め立てられたものである。約1km四方で総面積は約128haである³⁾。

図-8に竹内工業団地の平面図に上水道管路の被害箇所をプロットしたものを示す。同図には、工業用水の被害箇所も記されている。竹内工業団地の上水道は1本の水管橋によって埋立地内に供給されていたが、液状化に伴う地盤流動により水管橋の付け根で圧縮破壊してしまい、地震直後には全く団地内に給水されなかった。また、工業用水も1本の水管橋で埋立地内に給水されており、これも破壊してしまった。システム冗長性が望まれる。

さて図-8によれば、上水道管路と工業用水管路の被害分布は極めて似ている。すなわち、埋立地を東西方向に2分し、海側と陸側と呼ぶならば、陸側に管路被害が集中していることがわかる。また、地震

直後に行った現地調査によれば、被害発生箇所の道路は凹凸や亀裂が多く生じていた。また、噴砂・噴水も埋立地全域で生じていたものの、陸側の方がその程度は大きかった。したがって、液状化の程度の違いが管路被害の程度に関係していることが推察される。そこで、地盤特性についてさらに検討を進める。図-9は図-8に示したD-D'測線の地質断面図⁴⁾である。陸側は約300mにわたり、埋立土層の下に旧の砂浜と見られる砂層が見られる(Ad)。それより海側では約10mの厚さの埋立土層(R)がある。海側でも噴砂・噴水が見られたことから、埋立土層も液状化したものと考えられる。図-10に管路被害が顕著だったC-C'測線とD-D'測線の間にある道路沿いをレベル測量して求めた、地表面の高低差を示す。高松川に架かる橋の中央の標高を2mと仮定したときの相対高さを示しているが、高松川から約400mあたりで沈下のピークが見られる。この位置を図-9と比較すると、深さ30-40mに洪積砂層(Dus2)の窪地に軟弱な沖積粘土(Ac)が堆積している箇所と一致する。この地層の不均一性により、地盤の不等沈下が生じたことが考えられる。この不等沈下によっ

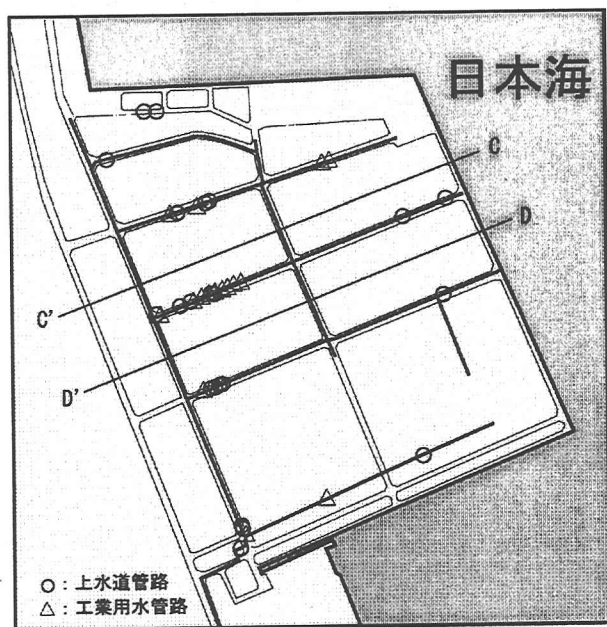


図-8 竹内工業団地内の管路被害分布

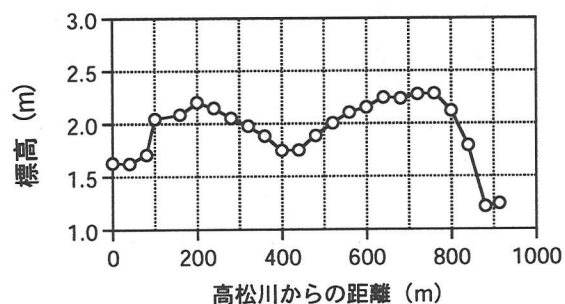


図-10 竹内工業団地内道路の東西方向標高分布

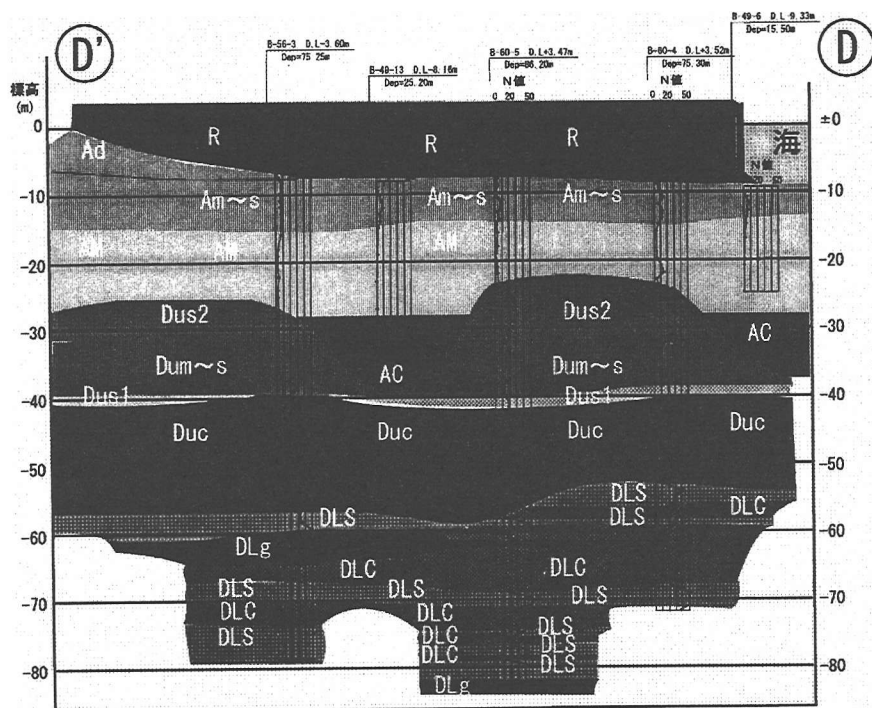


図-9 竹内工業団地D-D'地質断面図⁴⁾

て液状化地盤の流動が生じたか否かは明らかではないが、道路表面の変状および管路の破壊に深く関与しているものと思われる。

謝辞：本報告の一部は（社）土木学会の地震被害調査団の一員として行ったものである。清野純史団長（京都大学助教授）はじめ調査にご協力いただいた関係各位に厚く御礼申し上げます。その後の調査では、金沢大学工学部 池本敏和助手，村田 晶助手，金沢大学大学院生 武澤永純氏にご協力いただいた。記して感謝します。

参考文献

- 1) 田辺康彦：実線に役立つマニュアル作成を，震災対策特集，水道公論，Vol.37，No.3，pp.44-46，2001。
- 2) 米子市水道局給水維持課：鳥取県西部地震水道管被災報告書，2000。
- 3) 鳥取県企業局：境港外港竹内地区 埋立事業の概要，1983。
- 4) 鳥取県企業局：境港外港竹内地区埋立事業の内 埋立地の地盤沈下等解析事業 附図 地質断面図，1985。