

2000 鳥取県西部地震による下水道施設の被害 (2)

藤村 尚

Damages to the sewerage system by the Tottori-ken Seibu Earthquake, 2000
Hisashi FUJIMURA

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering Tottori
University .Tottori,680-8552 Japan
E-mail:fujimura@cv.tottori-u.ac.jp

Abstract:The earthquake occurred on the 6th of October 2000 in the western part of Tottori prefecture, nicknamed Tottori-ken Seibu Earthquake 2000, caused a lot of damage to the sewerage system, including sewer pipelines and treatment plants, in the coastal region called Yumigahama. This region covers Yonago and Sakaiminato cities. In this study, the overall damage to the sewerage system in the study area is assessed, and a statistical analysis is carried out. Besides, the damage characteristics are summarized based on field surveys and engineering design aspects of damaged structures. Some areas, particularly Takenouchi Danchi in Sakaiminato city and Uchihama sewerage treatment plant in Yonago city, suffered from severe liquefaction. The damages in these areas are studied in more detail, including the geological characteristics of the area.

Key words: Tottori-kenn Earthquake, Sewerage system, Liquefaction, Damaege structure

1. はじめに

2000年10月6日午後1時30分、鳥取県西部(北緯35.5° 東経133.4° 深さ10km)を震源とするマグニチュード7.3の地震が発生し、日野町と境港市で震度6強を、中国・四国地方の広い範囲で震度5~4が記録された。この地震による死者はいなかったものの、負傷者147人、全半壊家屋約3500戸、崖崩れ670箇所等の被害が生じ、ライフライン構造物にも大きな被害をもたらした。

地震による下水道施設へのおもな被害は、米子市・境港市・淀江町・西伯町に集中し、震源に近い日野町などの山間部では、下水道施設に関する被害は報告されていない。おもな被害内容は、マンホールの浮上、マンホールブロックのずれ、管渠のずれ、たわみなどであり被害金額は約5億円と報告されている。

本報告では第一報に引き続いて行う。具体的な内容は、下水道被害と地盤特性、2000年鳥取県西部地震と1995年兵庫県南部地震の下水道被害の比較、竹内工業団地の下水道被害と地盤変状、境港市下水道センターの被災である。

2. 鳥取県西部地震での液状化と地盤概要

図-1は、下水道被害分布図である。それによると、内浜処理区及び境港処理区は、外浜処理区に比べ埋め立て・干拓区域が多く、地震による下水道被害も、その埋め立て・干拓区域の多い内浜処理区及び境港処理区に集中している。外浜処理区の場合、終末処理場である皆生処理場の被害は軽微である。

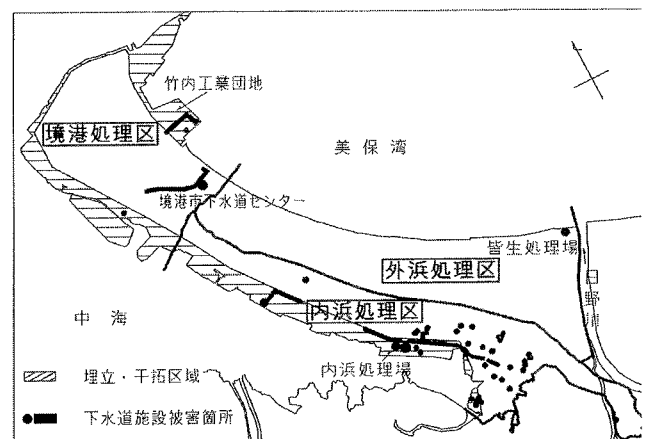


図-1 下水道被害分布図

鳥取県西部地震ではすべての埋立て地が液状化したわけではなく、同一地区の埋立て地でも液状化の著しい場所とそうでない場所とが混在しており、埋立て材の性質や埋立て方法及び埋立て層以深の地層構成なども影響していると考えられる。埋立て地を除いた内陸部においては、顕著な液状化が発生したと考えられるような墳砂の痕跡は、あまり見られていない。このような埋立て地と自然地盤とで差が見られたことが被災の特徴である。これらの原因を考えるために、支持層の等深線を図-2に、上部砂層の等厚線図-3に、上部粘土層の等厚線を図-4に示す。また、図-5は淀江町～島田町に至る東西方向の地盤断面図を示す。

これらの図からわかるように、液状化発生の可能性が高いと思われる上部砂層の層厚は、最大10m程度であること、また埋立ての水深も最大10m前後であり、これらの層が全て液状化したとは限らず、比較的液状化発生層がうすかった可能性が高いと思われる。一方、上部砂層以深の地表構成に着目すると、図-2によれば、境水道付近は比較的支持層深度が浅くなっており、昭和町、竹内団地（両者とも埋立て地）のある場所では上部粘土層の層厚が厚くなっている。また図-3、図-4によれば、特に竹内団地付近では深くなっていることがわかる。また、半島中央から米子市内にかけては中海側に厚く粘性土層（Lc, Uc）が堆積しており、表層地盤が外界に比べ対照的に軟らかいといえる。つまり、地盤被害の差は、単に埋め立て地盤と上部砂層の層厚の差だけではなく、地域により軟弱な層の厚さや下部粘土層の存在の有無など、表層厚の違いとその土性分布の違いにより、地震動分布の違いにも影響し、ひいては液状化発生程度～地盤被害程度の差に現れた一つの要因と考えられる。³⁾

図-4の上部粘性土層と図-1の下水道被害図をみると被害を受けている地域と粘性土層の分布地域とがほぼ一致していることが伺える。

3. 鳥取県西部地震と兵庫県南部地震の下水道被害比較

3.1 2000年鳥取県西部地震に伴う下水道被害

鳥取県西部地震の被害として、液状化による管渠の浮上・本管部の円周方向クラック・本管継ぎ手部の管軸方向ズレが多く見られた。特に鋼性管渠は、

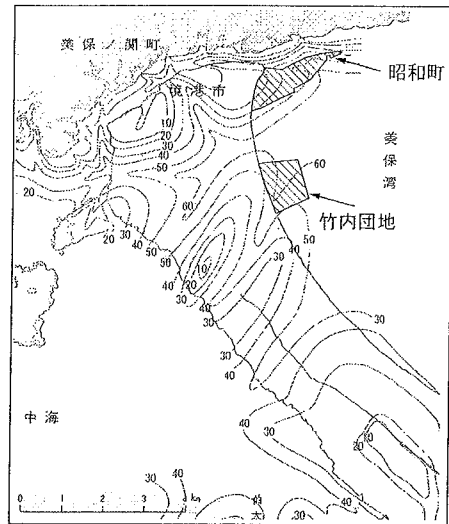


図-2²⁾ 支持層(N値50以上)の等深線

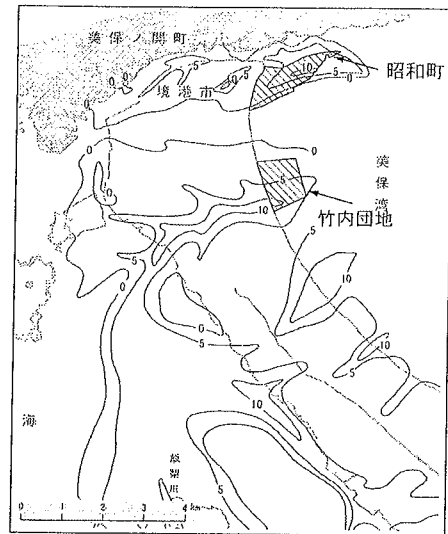


図-3²⁾ 上部砂層の等厚線

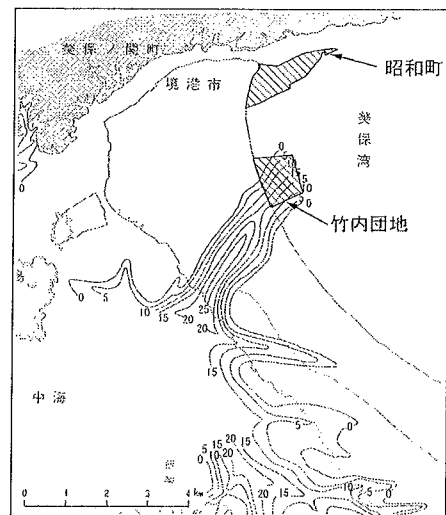


図-4²⁾ 上部粘性土層の等厚線

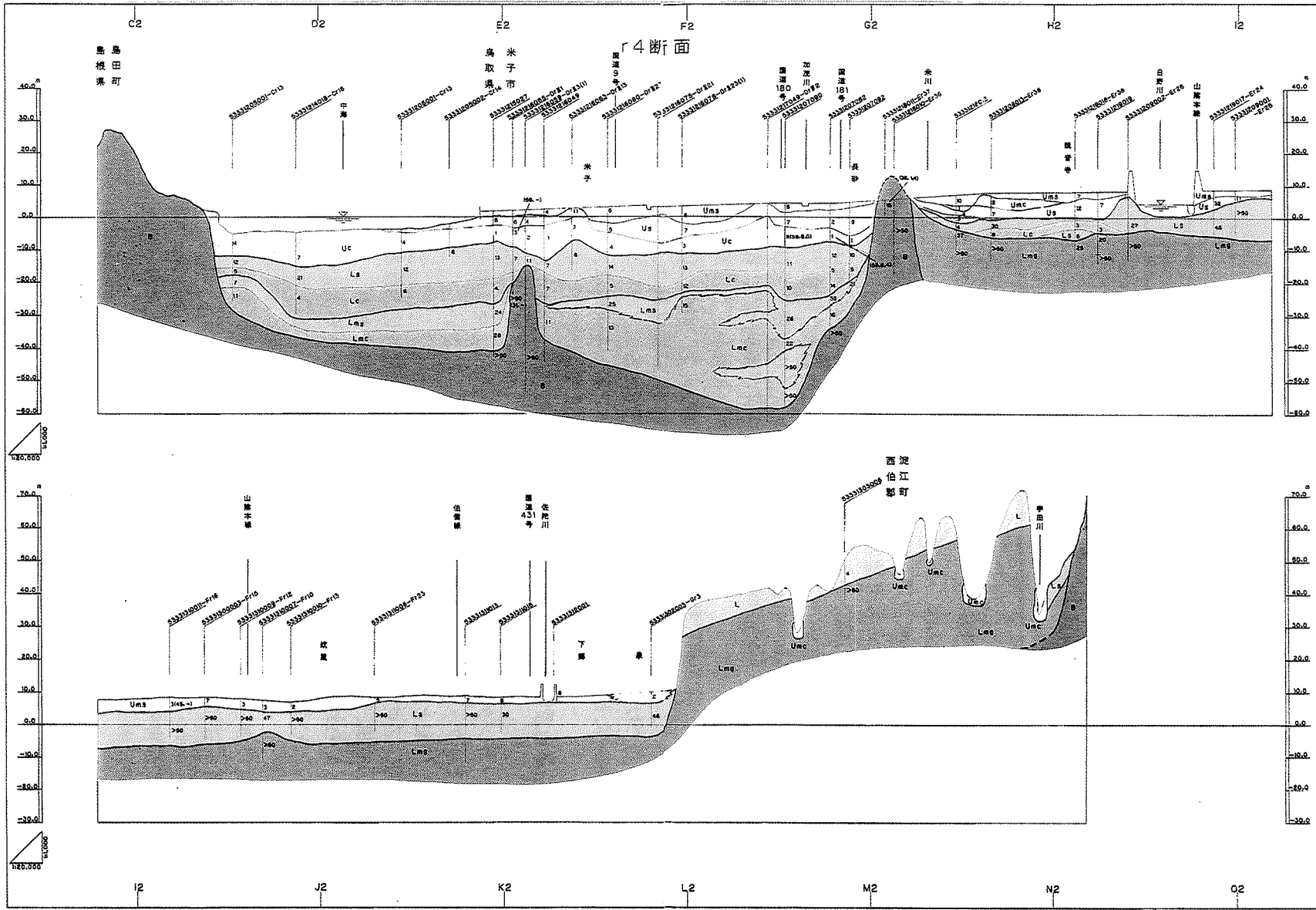


図 - 5 淀江町、島田町間、東西方向の地盤断面図

表-1 鳥取県西部地震と兵庫県南部地震との比較

種 別		単 位	鳥取県西部地震	兵庫県南部地震
被 災 箇 所 数	汚水・合流管	スパン	137	8,805
	マンホール	個	99	3,373
	雨水	箇所	4	3,791
被 災 率	汚水・合流管	スパン/km	0.4	0.8
	マンホール	個/km	0.3	—
	雨水	箇所/km	0.06	3.6

米子市・境港ともに可とう性管渠に比べ被災率が高かった。矩形渠については、被災はなく、開渠については、米子市で一番川、二番川、大沢川、境港市で下の川の一部が被災した。マンホールの被害は、埋立地や造成地において浮き沈みの変化が大きく、直壁、管取付け壁の接合部、マンホール、管での継ぎ手部の被害が多かった。なかでもゴムパッキンの飛び出しが多く、開いた隙間からの漏水が多く見られた。

写真-1、及び写真-2は、米子市児童文化センタービル周辺で地中から噴出して地面を流れる噴水の様子である。樋口氏の話では、墳砂は振動直後に始まり、15分間くらい続いたとのことであった。

3.2 1995年兵庫県南部地震に伴う下水道被害

管渠の被害形態は、コンクリート管では継ぎ手の損傷・管軸方向のクラック・取付け管の突出、陶管では割れ、などであり勾配と線形の変化も多く見られた。人孔の被害形態はブロックのくずれや破断、ベースコンクリートの破損、管の突出と周方向の破断、鉄蓋の移動が多く見られた。柵と取付け管の破損もかなりの数に及んでいる。

表-1は鳥取県西部地震と兵庫県南部地震との比較を行ったものであり、管渠施設の被害をスパン別に計上し、全布設延長で割った時の被災率を算定し、兵庫県南部地震の平均被害率と比べた場合、鳥取県西部地震においては被災率が小さかったことが伺える。

4. 竹内工業団地の下水道埋設物の被害と地盤

下水道管渠の被害を見てみると、液状化による被災（墳砂、側方流動、地盤沈下等）が多く、マンホール蓋や本管に被害（浮き上がり、沈下、クラック、ズレ、たるみ、破損、逆勾配等）が確認された。特にマンホール直壁部及びマンホールから一本目の管渠で被災が多かった。震災前と震災後のマンホール天端高、地盤高、管底高の変位を示す。変位の様子は以下のようなものである。（図-6、図-7）

- ・全体的に変位量は、0.20m程度の浮き上がりとし下である
- ・マンホール天端は、浮き上がりとし下の割合が同程度であった。
- ・地盤高は、全体的に沈下する傾向が多い
- ・管底高も、全体的に沈下する傾向が多い
- ・管底高は、マンホール天端及び地盤高と比べて変位量が少ない

竹内工業団地における下水道被害原因

- ・埋立地である
- ・沈下水位が高い
- ・N値が10以下と緩く、均一な微砂が多い
- ・墳砂・噴水がいたる所に見られる
- ・団地全体で地盤の沈下が見られる

等の現象から、液状化の発生による被災が明確である。また、変位量から開削区間の変位量は、推進区間に比べ相対的に大きい。このことは液状化により開削工での埋め戻し土が、著しく流動沈下し、マンホール構造被害や地盤変状に影響を及ぼしたと思われる。

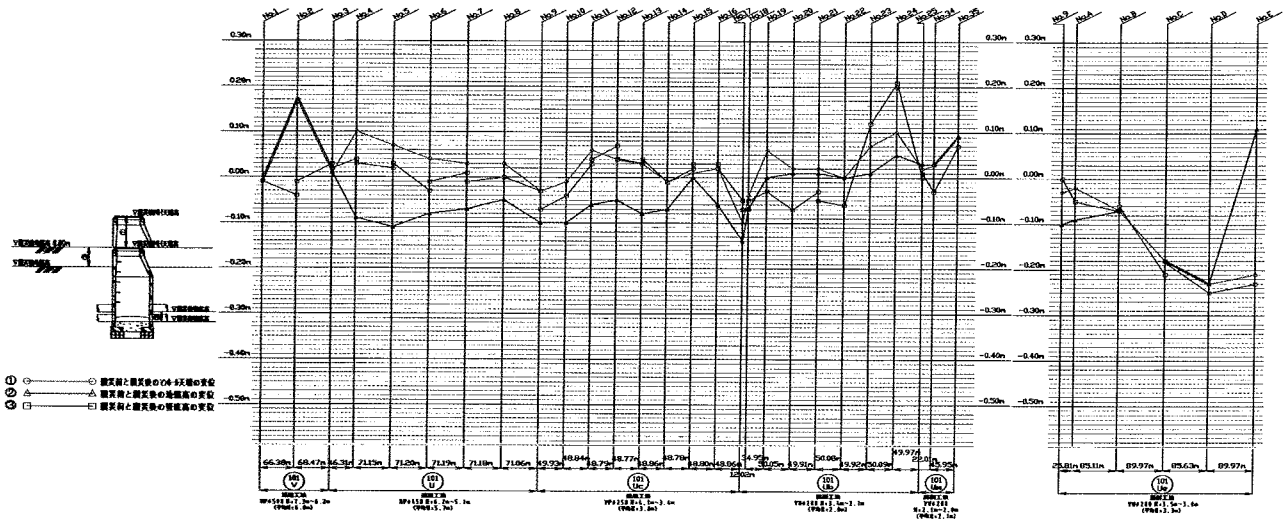


図-7 マンホール変位量断面図



写真-1 米子市の児童文化センタービル周辺で噴出して流れる地下水（撮影：樋口氏）

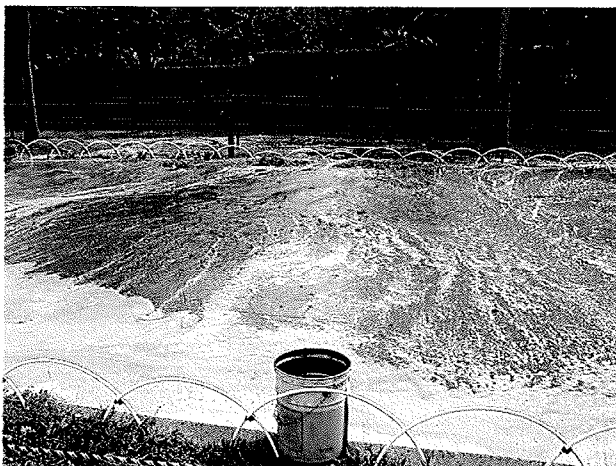


写真-2 米子市の児童文化センタービル周辺で噴出して流れる地下水（撮影：樋口氏）

5. 境港市下水道センターの被災形態及び原因

境港市下水道センターは、米子空港の東方約 800 m、JR 境線の大篠津駅の北方約 700m で、国道 431 号線と主要地方道米子・境線の間に位置する。

地形及び地質は、中海と美保湾を区切る弓ヶ浜砂州の外浜砂州上に位置する。弓ヶ浜砂州は、日野川左岸から中海と美保湾に突き出す全長 18 km、幅 4 km 前後の砂州である。砂州全般は、標高 TP+6m 程度以下であり、ほとんどが砂からなる低平地である。境港市下水道センターは、砂州上の砂を整地あるいは一部を盛土した造成地内にある。

被災は、建物周辺の地盤沈下と部分的な液状化による填砂が主体で、下水道センター全体に被害が分布している。主な項目を列挙して示すと以下になる。

- ・管廊（電廊）の浮き上がりに伴うクラック及び目地に隙間・水漏れ
- ・自由勾配側溝・現場打側溝等の沈下・隆起・クラック・破損
- ・管理本館、主ポンプ場、水処理施設などの周辺地盤が沈下・陥没
- ・場内道路の沈下・陥没・クラック
管理等及び汚泥処理棟の壁にクラック
- ・倉庫の不動沈下

施設の被災原因について考察する(写真-3～5)。

車庫のように建物が傾斜して不同沈下を起こしたような箇所もあるが、この原因は、施工時の盤下げなどによる掘削後埋め戻した地盤上に建築物が構築されたため、そこに地震のゆれが加わって生じたものと考えられる。

管廊(電廊)内のクラックは、継手部(伸縮目地)以外の中央付近に2箇所発生している。この原因としては、両端の施設で固定された応力が中央付近に集中し発生したものと考えられる。

このように境港市下水道センターの被害は、第一報で述べた米子市内浜処理場の被害より軽微なものである。

6. おわりに

以上のことをまとめて、列挙すると次のようになる。

- 1) 鳥取県西部地震による下水道被害は埋立地や砂地盤に集中している。特に、厚い粘土地盤の上部にある砂及び砂質シルトの液状化による被害が目立つ。
- 2) 鳥取県西部地震による下水道被害は兵庫県南部地震のものに比べて軽微であった。
- 3) 埋立地の竹内工業団地では、地盤変状が大きく現れた。その結果として下水道埋設物にも多くの被害あった。
- 4) 境港市水道センターの被災は、先の米子市内浜処理場に比べ警備であった。また、日野川河口にある皆生処理場では、ほとんど被害が見られない。

謝辞：鳥取県、米子市、境港市、下水道事業団、シンワ技研、東京設計、三水コンサルタント、米子市児童文化センター館長樋口直樹氏には協力を頂いた。記して感謝します。

参考文献

- 1) 県土木部都市計画課：鳥取県西部地震に係る水道施設等の震災被害調査業務，平成13年11月
- 2) 建設省計画局ほか：中海臨海地帯の地盤，1967
- 3) 日本下水道協会：鳥取県西部地震下水道施設被害調査報告書
- 4) 社団法人 地盤工学会 阪神大震災調査委員会：阪神・淡路大震災調査報告書，平成8年3月

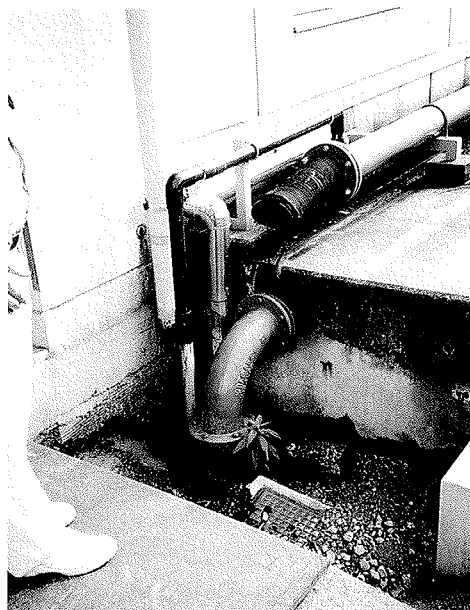


写真-3 主ポンプ棟配管破断被害

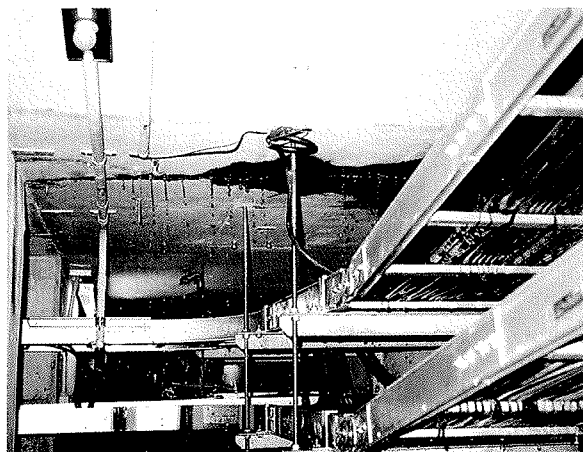


写真-4 管廊クラック



写真-5 管廊クラック被害

