

I-B 254 大地震の被害調査から見た釧路市の地震動の方向性

若園建設 正員 若園 英隆
専修大学道短大 正員 金子 孝吉

1. はじめに

1993年1月15日、1994年10月4日、釧路市は震度6という烈震に2度も見舞われた。道東の中核都市釧路市では電話、ガス、水道、電気、下水道などのライフラインの被害は甚大なもので、その調査結果はすでに関係者により貴重な報告として発表されている。中でも都市機能において重要な下水道の被害は多大なものとなった。地震により下水道が各所で移動し、破壊したわけであるが、その下水道施設の上下、水平の方向への移動変位量が綿密に調べられた。今回その変位量のデータを分析してみると予測されたとおりの地震動の方向性が明確に現れたのでここに報告する。

2. 釧路沖地震および北海道東方沖地震による下水道施設災害

釧路市では平成4年度末における下水道施設は処理場3、ポンプ場9、管渠総延長は947.5kmであった。地震による処理場、ポンプ場における被害としては建物等の伸縮部の破損と構内の地盤沈下が主であったが、処理および送水機能に影響はなかった。これに対し、管渠施設では被害の形態としては蛇行、屈折、継手破損が主なものであった。釧路市役所下水道部は地震の影響による下水道の変位を克明に調査している。ここでは、両地震が釧路市内の下水道に及ぼした影響を調べるため、特に変位量と変位方向を求めてみた。データは釧路沖で代表的な47ヶ所、東方沖で79ヶ所の被害箇所を使用した。

それぞれの方位変位一覧表を作成し、管径、管種、管の布設方位、変位を示した。表は釧路沖地震の場合で変位量はmmの単位である。各下水道管の布設方位とその方向を向いて左右に移動した変位量が示されている。たとえば、NNW-SSEで右20、左90ということはENE方向（右）に20mm、WSW方向（左）に90mm移動したことを示している。

表-1 下水道管渠の布設方位および変位量

| 番号 | 種類 | 管径 | 管種 | 方位 | 水平変位 | | 垂直変位 | | |
|----|-------|---------|-------------|-----|------|-----|------|------|-----|
| | | | | | 右 | 左 | 上 | 下 | |
| 1 | 汚水 | 250 | B-1 | NNW | SSE | 20 | 90 | 55 | 123 |
| 2 | 汚水 | 250 | A-1 | W | E | 200 | 150 | 980 | 230 |
| 3 | 汚水・雨水 | 250*900 | A-1.2*B-1.2 | WNW | ESE | 45 | 44 | 755 | 216 |
| 4 | 雨水 | 500 | B-1 | N | S | | | | |
| 5 | 汚水 | 250 | A-1 | NNE | SSW | 15 | 50 | 910 | 32 |
| 6 | 汚水 | 250 | 埋じ | NNE | SSW | 30 | 17 | 868 | 19 |
| 7 | 汚水 | 350*450 | A-1 | NW | SE | | | | |
| 8 | 汚水 | 200 | 埋じ | NNE | SSW | 0 | 10 | 261 | 28 |
| 9 | 汚水 | 200 | 埋じ | NW | SE | 62 | 82 | 463 | 29 |
| 10 | 汚水 | 200 | 埋じ | NW | SE | 108 | 154 | 607 | 15 |
| 11 | 汚水 | 250 | A-1 | NNE | SSW | 30 | 22 | 347 | 14 |
| 12 | 汚水 | 250 | 埋じ | WNW | ESE | | | | |
| 13 | 汚水 | 250 | B-2 | NNW | SSE | 50 | 55 | 687 | 47 |
| 14 | 雨水・汚水 | 300*300 | 埋じ*A-1 | NNE | SSW | | | | |
| 15 | 汚水 | 250 | B-1 | NE | SW | 78 | 70 | 243 | 85 |
| 16 | 汚水 | 250 | 小口径埋じ管 | WNW | ESE | | | | |
| 17 | 汚水 | 250 | A-1 | NW | SE | 140 | 130 | 1020 | 0 |
| 18 | 汚水 | 250 | A-1 | NE | SW | 10 | 130 | 460 | 50 |
| 19 | 汚水 | 250 | A-1 | W | E | 120 | 50 | 1346 | 0 |
| 20 | 汚水 | 250 | B-1 | NNE | SSW | 38 | 76 | 662 | 9 |
| 21 | 汚水 | 450 | B-1.2 | NNE | SSW | 25 | 50 | 396 | 178 |
| 22 | 汚水 | 250 | A-1 | WNW | ESE | 20 | 8 | 507 | 2 |
| 23 | 汚水 | 200*250 | 埋じ*B-1 | WNW | ESE | 40 | 20 | 521 | 18 |
| 24 | 汚水 | 250 | A-1 | WNW | ESE | 80 | 55 | 665 | 64 |
| 25 | 汚水 | 250 | A-1 | WNW | ESE | 47 | 2 | 550 | 39 |
| 26 | 汚水 | 250 | A-1 | NNE | SSW | 25 | 0 | 340 | 10 |
| 27 | 汚水 | 250 | 埋じ | NE | SW | 0 | 46 | 36 | 511 |
| 28 | 汚水 | 250 | A-1 | N | S | 4 | 0 | 874 | 87 |
| 29 | 汚水 | 250 | A-1.2 | NNE | SSW | 12 | 10 | 650 | 0 |
| 30 | 汚水 | 250 | A-1 | NNE | SSW | | | | |
| 31 | 汚水 | 250 | A-1 | N | S | 8 | 60 | 350 | 9 |
| 32 | 汚水 | 450*900 | B-1*c-1 | WNW | ESE | 12 | 20 | 347 | 14 |
| 33 | 汚水 | 250 | A-1 | W | E | 45 | 35 | 210 | 40 |
| 34 | 汚水 | 250 | A-1 | WNW | ESE | 0 | 4 | 470 | 10 |
| 35 | 汚水 | 200 | 埋じ | NE | SW | 72 | 0 | 214 | 0 |
| 36 | 汚水 | 250 | 埋じ | NW | SE | 80 | 88 | 89 | 96 |
| 37 | 汚水 | 250 | B-1 | NE | SW | 10 | 13 | 339 | 19 |
| 38 | 汚水 | 250 | A-1 | WNW | ESE | 35 | 70 | 368 | 46 |
| 39 | 汚水 | 250 | A-2 | NE | SW | 10 | 120 | 1161 | 0 |
| 40 | 汚水 | 200 | 埋じ | NW | SE | 135 | 20 | 300 | 0 |
| 41 | 汚水 | 200 | A-1 | NW | SE | 36 | 10 | 445 | 36 |
| 42 | 汚水 | 800*900 | *B-1 | NW | SE | 54 | 40 | 415 | 48 |
| 43 | 汚水 | 250 | B-1 | NW | SE | 50 | 100 | 20 | 230 |
| 44 | 汚水 | 250 | B-1.2 | NE | SW | 50 | 68 | 257 | 122 |
| 45 | 汚水 | 250 | B-1 | NW | SE | 50 | 10 | 0 | 120 |
| 46 | 汚水 | 250 | B-1 | NE | SW | 10 | 40 | 0 | 192 |
| 47 | 汚水 | 250 | 埋じ | NW | SE | 28 | 22 | 823 | 67 |

3. 下水道管の変位量の分析

まず、布設方位と水平・垂直の変位量の図を描かせてみた。NS方向の場合は右（E方向）を北側、左（W方向）を南側とした。各測定場所での下水道管の移動方向は16方位に整理され、その移動変位量の平均値を方位図にプロットしてみた。図-1(a)は釧路沖地震、図-1(b)は東方沖地震の地域全体をまとめた16方位に対する平均水平変位量を表したものであり、平均水平変位の値が表で左側に示されている。釧路沖地震ではNS成分が卓越しており、東方沖地震ではSE方向に特に大きな振幅を示している。管の布設方位がまんべんなく16方位に平均化していないため、優勢な変位を生じる方位があつ

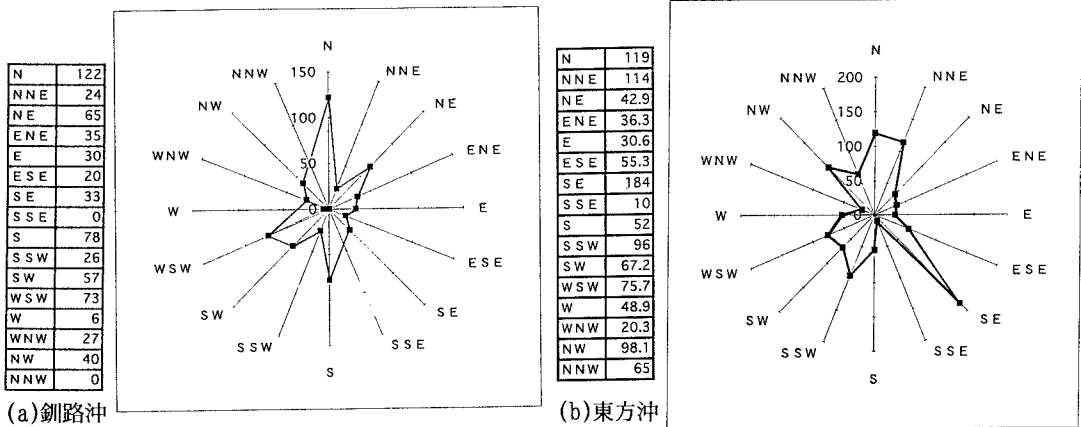


図-1 全地域の16方位に対する平均変位図

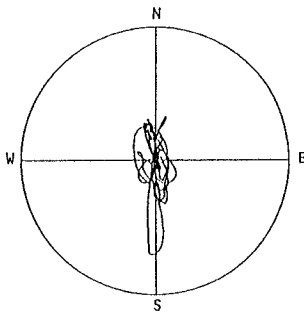


図-2 地震動の水平面内の軌跡

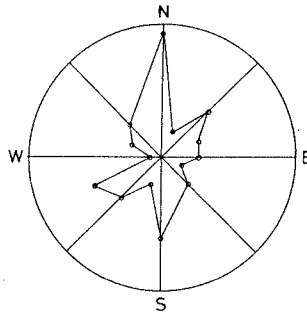


図-3 下水道管の方位別水平変位量

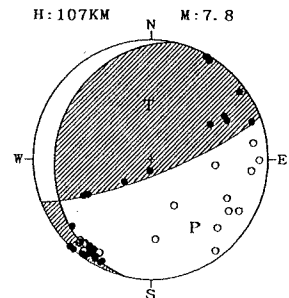


図-4 初動から決定されたメカニズム解（下半球投影）

ても記録されていない場合があるため、なるべく多くのデータを平均した全地域の平均が信用できることになる。鉏路沖地震では鉏路市各地の下水道管はNS方位に激しく振動したものと見なすことができる。したがって、鉏路市における地盤の震動はNS成分が最も卓越したしていたことになる。

また、鉏路港に設置されているERS-G型強震計は地表で最大加速度 469.3ガル（NS成分）を記録した¹⁾。変位の記録に変換してもNS成分が卓越した地震であった。その変位の地震動の軌跡図を描くと図-2のようになることが文献1)ですでに報告されている。これらのことは著者らが下水道管の変位量測定を方向性に焦点を置いて整理した結果（図-3）とよく一致するものであった。

さて、この地震の破壊過程は太平洋プレート内で生じたほぼ水平な断層によることが示されている（橋田、1993.5）²⁾。発生メカニズム解は図-4のとおりで沈み込む方向にプレートを引き裂くように力が働き、水平の断層面に沿って上盤側が下盤側に対して相対的に南南東（SSE）側に変位する破壊であったと説明している。この様に鉏路市では震源の情報が地震動に強く反映する結果となった。

4. おわりに

わずか2年の間に鉏路市は2度も震度6という烈震を経験することになり、いずれもライフライン施設に大きな被害を受け、とりわけ下水道施設の被害は最も大きいものであった。本研究は下水道管の布設の方位の違いにより変位量の大きな差が生じることに気づき、下水道管の被害の方向を分析した。その結果、地震動の方向性との関係が明確に表れることを指摘した。

参考文献 1) 地震災害調査委員会：「鉏路沖地震・能登半島沖地震震害調査報告書」、土木学会、1994. 6。2) 橋田：「地震および地震動の特徴と地盤変状」、地震工学振興会ニュース、No.130、1993.5。