

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重

関西大学大学院 学生員 ○酒井 崇

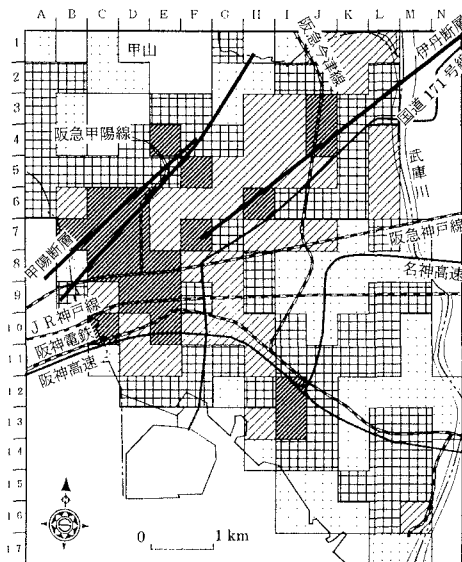
関西大学工学部 正会員 西田 一彦

1. はじめに

兵庫県南部地震は、神戸、淡路、阪神地方のライフラインに大きな被害をもたらした。被害の原因や機構は未解明の部分が多く、地震防災において、これらを把握することは非常に重要である。その中でも地盤特性の一要因である地形・地質の影響を明らかにすることは必要不可欠である。本研究は、西宮市南部域を調査対象地域として、上水道管、下水道管被害と地形・地質要因との関連性について検討を行ったものである。

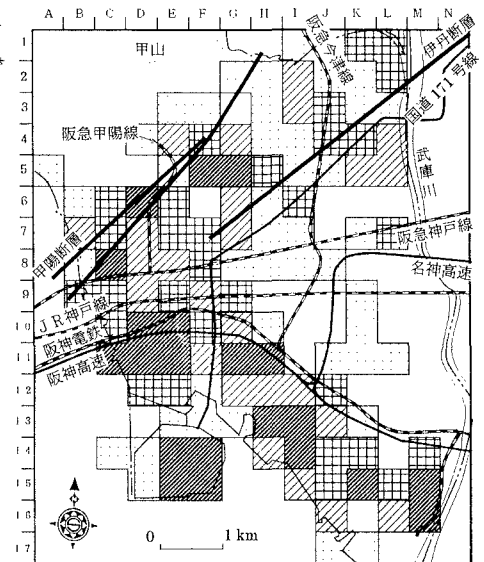
2. 上下水道管の被害分布

図-1、図-2は、調査対象地域を南北500m×東西500mのメッシュに分割し、そのメッシュ上に上水道管、下水道管被害の分布を表したものである。上水道管被害は、配水管、給水管の区別なしに被害箇所数によって分類している。下水道管被害については、管渠の被害の長さによって分類している。また、調査対象地域の上下水道の普及率は、多少の違いはあるものの、ほぼ同様な人口密度であることから各メッシュ同じとみなしている。図-1より、上水道管被害が全く見られないメッシュは、北西の沖積層が存在しない地域に限られている。被害の程度が大きいA,Bのメッシュは甲陽断層付近と、その南東地域に集中している。阪急神戸線以南の武庫川西約2kmは、沖積層が厚いにもかかわらず、被害が比較的少ない。図-2より、下水道管被害は、甲陽断層北西地域、国道171号線と阪神電鉄に囲まれた地域に被害が全く見られないメッシュが集中している。被害の程度が大きいA,Bのメッシュは、甲陽断層付近と海岸線沿いに分布している。



凡例 数字は上水道管の破損箇所数(個)を表す
 A 61以上 C 11~30 E 0
 B 31~60 D 1~10

図-1 上水道管被害分布



凡例 数字は下水道管の被害長さ(m)を表す
 A 601以上 C 151~300 E 0
 B 301~600 D 1~150

図-2 下水道管被害分布

さによって分類している。また、調査対象地域の上下水道の普及率は、多少の違いはあるものの、ほぼ同様な人口密度であることから各メッシュ同じとみなしている。図-1より、上水道管被害が全く見られないメッシュは、北西の沖積層が存在しない地域に限られている。被害の程度が大きいA,Bのメッシュは甲陽断層付近と、その南東地域に集中している。阪急神戸線以南の武庫川西約2kmは、沖積層が厚いにもかかわらず、被害が比較的少ない。図-2より、下水道管被害は、甲陽断層北西地域、国道171号線と阪神電鉄に囲まれた地域に被害が全く見られないメッシュが集中している。被害の程度が大きいA,Bのメッシュは、甲陽断層付近と海岸線沿いに分布している。

3. 地盤特性

調査対象地域の地形・地質要因は、図-1、図-2と同じメッシュを使用し、1メッシュ当たり最低1本のボーリング資料から、地下水位、G.L.0~-5m内のN値、地表面の傾斜角および沖積層と洪積層の境界面の傾斜角を求めた。

4. 上下水道管被害と地形・地質要因の関係

図-3は、地下水位 G.L.、0~-1.0m、-1.1~-2.0m、-2.1~-3.5m、-3.6m 以下における平均上水道破損箇所数(WD)と平均下水道被害長さ(SD)を表したものである。WDとは、例えば地下水位 G.L.0~-1.0m 内にあるメッシュの上水道破損箇所数の平均値である。SDも同じく、下水道被害長さの平均値を示している。上水道管については、地下水位面が深くなるにつれてWDは地下水位に対し直線的に減少し、地下水位 G.L.-3.6m 以下では、地下水位 G.L.0~-1.0m の半分以下に低下していることが認められる。下水道管については、地下水位 G.L.0~-1.0m でSDが375m、地下水位-1.1~2.0m で194mと急激に減少している。それより地下水位面が深くなると212m、179mと大きな減少はみられない。

図-4は、G.L.0~-2m 内のN値を0~5、6~10、11~15、16~20、21以上と分類したときのWDとSDを表したものである。上水道管については、N値21以上ではWDは大幅に減少しているが、0~20の範囲では、ほとんど変化していない。下水道管については、N値0~5では、SDが380mであるのに対して、21以上では91mとなり、全体的にN値が増加するにつれてSDは減少している。

図-5、図-6は、地表面、沖積層と洪積層の境界の傾斜角を0~0.2°、0.3~1.0°、1.1~3.0°、3.1°以上と分類したときのWDとSDを表したものである。上水道管については、地表面、沖積層と洪積層の境界ともに、傾斜が大きくなるにつれて、WDは増加している。下水道管については、傾斜が大きくなってもSDに顕著な傾向は表れていない。とくに地表面の傾斜角と下水道管被害とは、顕著な相関性はみられない。

以上のことより、上水道管は比較的浅い所に埋設されていることから、傾斜地においては、地震

によって地表面に近い所に大きな変位が生じたものと考えられる。また、下水道管は地盤の液状化の影響を受けている場合があると考えられる。この原因としては、下水道管の埋設位置が地下水位面以下の割合が多いこと、管径が上水道管に比べ大きく、比重が小さいため、液状化によって上水道管より大きな浮力が作用したことが考えられる。

5. まとめ

上水道管被害は、地下水位、地表面・沖積層と洪積層の境界の傾斜、N値と全ての影響を受けているが、特に地表面・沖積層と洪積層の境界面の傾斜の影響が大きいことが認められた。下水道管被害は、地表面・沖積層と洪積層の境界面の傾斜の影響は小さく、地下水位、N値の影響が大きいことが認められた。

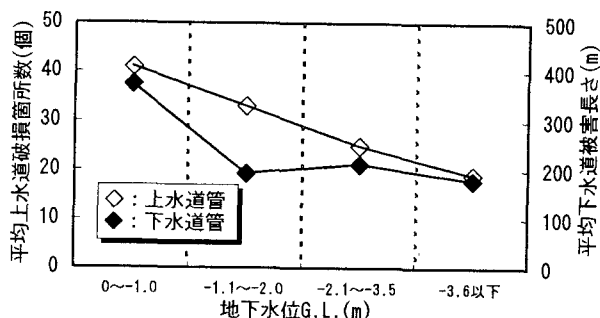


図-3 地下水位別上水道下水道被害分布

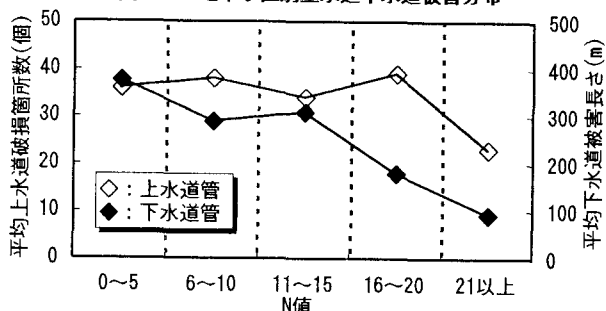


図-4 G.L.0~-5m内のN値別上水道下水道被害分布

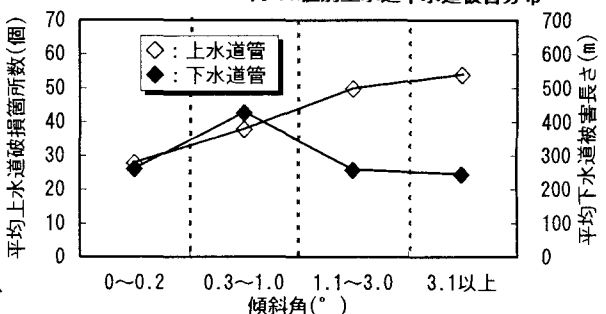


図-5 地表面の傾斜別上水道下水道被害分布

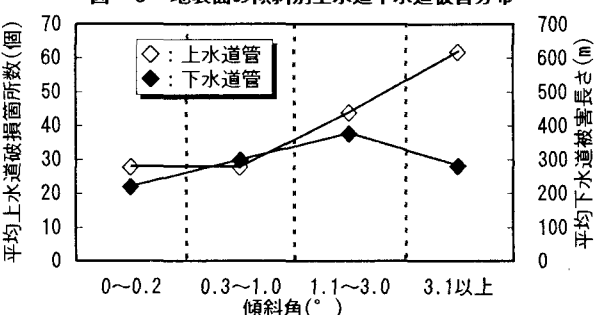


図-6 沖積層と洪積層の境界面の傾斜別上水道下水道被害分布