

神戸大学工学部 正会員 高田至郎 神戸大学工学部 正会員 森川英典
 神戸大学大学院 学生員 李 燕

1. はじめに 今年、発生した釧路沖地震¹⁾・²⁾、能登半島沖地震³⁾においても指摘されたように地震時における被害の内、家屋の被害については比較的容易にかつ迅速に把握可能であるのに対し、地中管路の被害はその状態の把握が容易でなく、完全復旧までにかかなりの日数を要している。そこで、本研究では、釧路沖地震、能登半島沖地震を中心に過去の地震被害事例の収集・整理を行って、地中管路被害と家屋倒壊との関係を震度分布、地盤種別、液状化等の状態を考慮して調べることににより、家屋の被害等の比較的容易な調査を利用した地中管路被害状況の推定の可能性を考察した。

2. 地盤、液状化発生および震度の分布と地中管路および家屋被害分布との関係 図1、図2に釧路市および珠洲市周辺における地盤種別と今回の地震における震度分布および液状化発生状況を、図3、図4に両市それぞれにおける地中管路および家屋被害分布を示す。釧路市の中心部は海浜性の砂と氾濫原堆積物の粘土が分布している。また東側の台地は根釧台地の南端部を占め、上部は洪積世の中位～硬い粘土や火山灰質土で覆われるが、下部は新第三紀堆積岩が分布し、比較的良好な土質である。今回の釧路市域の液状化による大きな被害は港湾施設におけるもので、他には旧釧路川沿いの釧路町でマンホールの浮き上がりが発生した。また震度は地盤の種別によりやや異なるが、いずれも震度VIの激震となっている。一方、能登半島北部の平野部は山地や丘陵の間を流れる河川に沿った細長い谷底平野と、これらの河川の河口に形成された小規模な海岸平野とから成っている。谷底平野の堆積はほとんど沖積層である。震度はいずれの地盤でも震度Vの強震となっており、加速度でみると釧

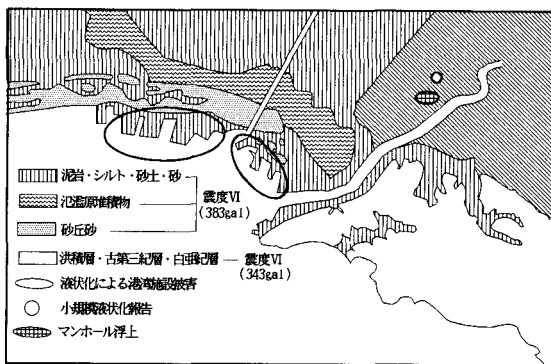


図1 釧路市の地盤種別と地震時震度、液状化状況

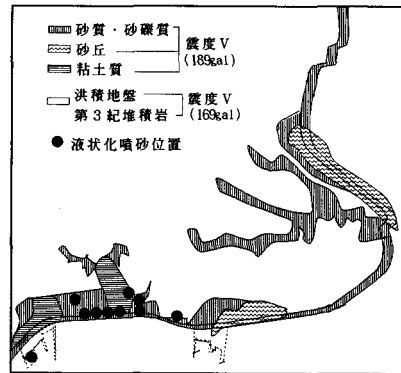


図2 珠洲市の地盤種別と地震時震度、液状化状況

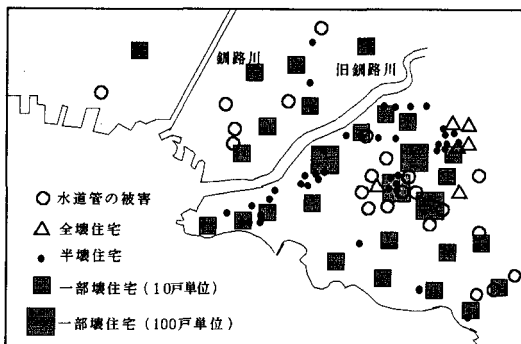


図3 釧路沖地震における地中管路、家屋被害分布

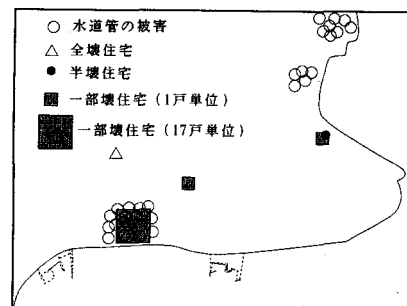


図4 能登半島沖地震における地中管路、家屋被害分布

路沖地震の約半分とかなり小さくなっている。この地震規模の相違により、地中管路および家屋被害の状況もかなり異なる様相を呈している。つまり、能登沖地震においては、被害が軟弱地盤で特に液状化が発生している地域に集中しているのに対し、鉦路沖地震では切盛造成された洪積地盤に被害が多発している。また鉦路では、地表面下1m程度凍結していたことも管路被害に影響を与えている。次に、地中管路と家屋の被害発生分布を比較してみると、両市とも地中管路の被害発生地域と家屋の一部破損多発地域が一致していることがわかる。特に鉦路沖地震においては、旧鉦路川の両岸（右岸は軟らかい地盤で、左岸は堅い地盤）における被害状況の相違が、地中管路と家屋についてはほぼ同様の傾向を示していることがわかる。以上のことから、地中管路および家屋被害状況は基本的には傾向が一致するが、地盤条件、液状化発生と地中管路被害および家屋損壊における相互関係は地震の規模によって異なる特性を有するということが考えられる。

3. 地中管路被害率と家屋倒壊率との関係 図5、図6に地中管路としての上水道配管被害率と家屋全壊および家屋一部損壊率との関係を示す。図中には鉦路沖、能登半島沖地震の他に関東、福井、新潟、日本海中部、宮城沖、千葉県東方の各地震における被害データを含んでいる。これらの結果によると、水道管被害率と家屋全壊率との間には正の相関が認められ、またこれら両者の被害率と地震規模との対応関係についても類似的傾向を示していることがわかる。この関係における回帰曲線は図中の式で表される。これに対して、家屋の一部損壊率の場合、水道被害率との関係におけるばらつきが大きく、3.で考察したように地震規模、地盤条件による両者の被害率特性がかなり異なっているものと考えられる。次に、全ての地震の被害データにおける鉦路沖および能登半島沖地震の被害状況の位置づけをみると、この2つの地震の被害率はかなり小さいレベルにあることがわかり、また特に激震であったにもかかわらず、鉦路沖地震における水道管被害率は最も小さくなっており、地盤条件（含凍結条件）、管路構造物を含む鉦路の水道管システムはかなりの耐震性を有していることがうかがえる。またこの両地震のデータを比較してみると、鉦路沖地震における被害率の内、家屋一部損壊率のみが能登半島沖地震のデータよりも大きく、その他は全て小さくなっている。つまり、このことから、家屋一部損壊率の被害特性は地震規模によりかなり変化すると考えられる。以上のことから家屋倒壊率による水道管被害率推定の可能性を考察すると、まず、家屋全壊率は水道管被害率を推定するための有効な指標となり得るが、鉦路沖、能登半島沖地震においても家屋全壊は非常に少なく、このような地震の場合、単独で利用することは不可能であるといえる。次に家屋一部損壊率は水道管被害率との間の直接の関係においてはかなりばらつきを有するが、地盤条件、震度分布、液状化の発生状況を勘案することにより、密接な相関関係が見い出せるものと考えられ、今後この関係を明確化するによる水道管被害率の簡易的な推定法の開発が可能であると考えられる。

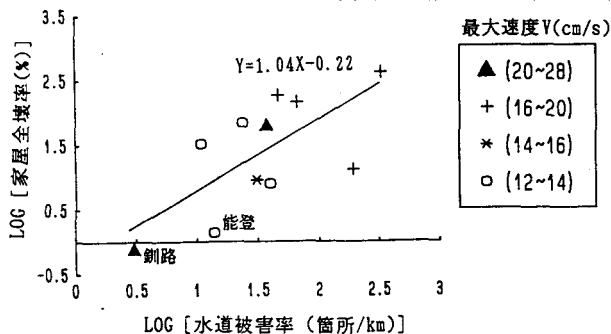


図5 地中管路被害率と家屋全壊率との関係

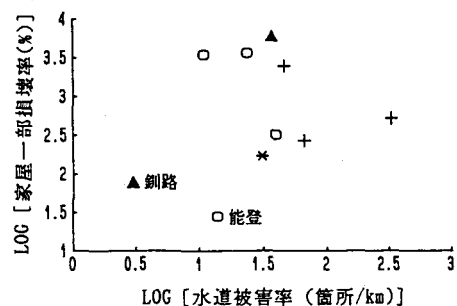


図6 地中管路被害率と家屋一部損壊率との関係

4. まとめ 鉦路沖、能登半島沖地震を含む過去の地震時被害データを比較検討した結果、家屋倒壊率は地盤、震度、液状化の発生有無等の条件を影響因子として地中管路被害率と関係づけることが可能であり、今後、これを利用した地中管路被害の推定が考えられることを示した。

【参考文献】1) 鉦路沖地震速報、日経コンストラクション、No. 82、1993. 2. 2) 関西ライオン研究会：鉦路沖地震緊急レポート、1993. 2. 3) 北浦勝・宮島昌克・池本敏和・吉田雅穂：1993年2月7日能登半島沖地震調査報告、1993. 2.