

## I-B 434 兵庫県南部地震によるマンホール被害データの有効利用について

○ 東京大学生産技術研究所 正会員 三神 厚  
 東京大学大学院 学生員 羅 休  
 東京大学生産技術研究所 正会員 小長井 一男

### 1. はじめに

阪神・淡路大震災において被災した土木・建築構造物については各方面の研究者や技術者が詳細な調査を行い、地上構造物のみならず、橋梁を支える杭基礎や電気・ガス・水道の地中管路などの地下埋設構造物にも多くの被害が報告されている。しかし地下の構造物は地上に比べて調査が困難なことから、被害状況の詳細な把握が難しく、さらなる被害原因の究明が待たれる。このような地中埋設構造物には地盤の動きに追従すると考えられているものも多く、それゆえその耐震対策には地盤の挙動を把握することが肝要である。

マンホールはその構造が単純であり、それを簡易な“地盤ひずみゲージ”とみたててことで、その場所における地盤深さ方向のひずみ情報を抽出することが期待される。またマンホールは下水道が普及している都市のあらゆるところに埋設されており、神戸市のような地形・地質的に特殊な場所における地盤ひずみの広域的な情報収集にもつながるため、その被害調査を行うことは重要である。ここでは神戸市下水道局で提供していただいた資料をもとに、同市東灘区でのマンホール被害調査の一部を整理した結果について報告する。

### 2. マンホールの被害調査地域

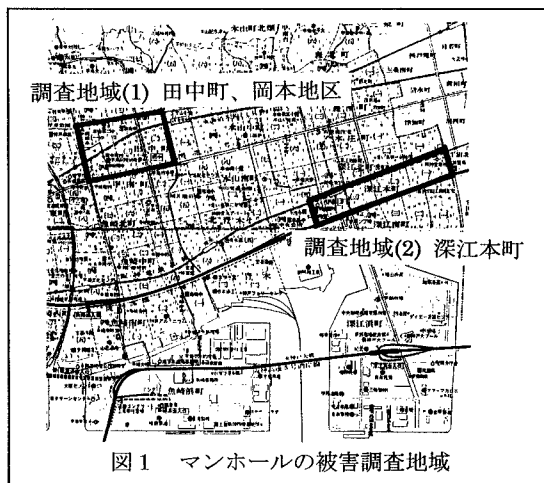


図1 マンホールの被害調査地域

神戸市における下水道人口普及率は平成6年3月末現在で97.4%に達し、ほぼ全域をカバーしている。兵庫県南部地震では六甲山南側の古くから市街化が進んだ地域が大きな被害を受けた。我々はこの被害甚大地域のうち、東灘区の一部において調査を行った。調査地域は、(1)新天上川雨水幹線沿い（田中町、岡本）の雨水マンホールおよび(2)深江本町の汚水マンホールについてであり、場所を図1に示す。新天上川雨水幹線は住吉川の扇状地の扇央東側から扇間凹地に向かって流れている雨水幹線であり、また深江本町は芦屋川扇状地の扇端部に位置する。そのため扇端部である深江本町にはれきを多く含む沖積層が比較的厚く堆積していることが考えられる。

### 3. マンホールの構造および被害形態

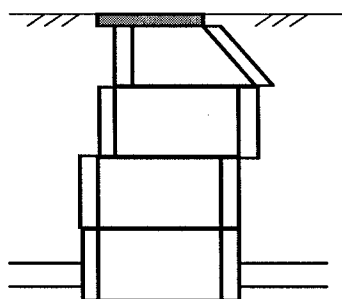


図2 マンホールの模式図

マンホールの標準的な構造は、直径が約90cm、高さが約60cmのリング状のコンクリートブロックをモルタルで接合しての積みあげただけのもので、個々のブロックは地盤の水平動に対して抗うこともなく追従し、地盤の水平動の痕跡をとどめるものと考えられる。兵庫県南部地震によるマンホール被害では、路面の動きに追従したためと思われる蓋ずれが圧倒的に多く、それに次いでコンクリートブロックが水平方向にずれるのが典型的な被害として多くの場所で見受けられた。またブロックに亀裂が発生したり、中には崩壊に至るものもあった。

#### 4. マンホール被害から推定される地盤ひずみ

マンホールのずれから推定される地盤ひずみについて検討する。図3、4はそれぞれ新天上川雨水幹線沿いの田中町、岡本地区および深江本町において、地表面からどれだけの深さでマンホールがどれだけずれているかを示したものである。両者を比べると田中町では深さ50~60cmで5~15cm程度のずれがあるのに対して、深江本町では深さ1mを越えたところでも5~20cm程度のずれが多く発生している。

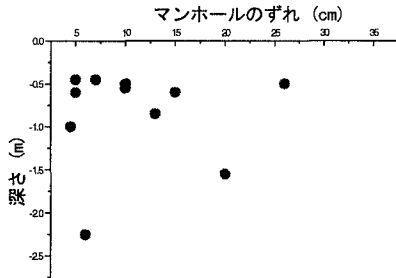


図3 東灘区の田中町、岡本のマンホール被害状況

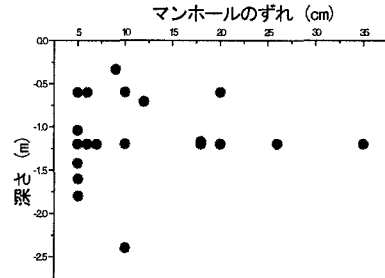


図4 東灘区深江本町のマンホール被害状況

ただし、下水道局ではマンホール修復が必要かどうかの調査をしているので、5cm以上ずれたマンホールのみを破壊したものと判断し、それ以下のずれについては被害なしと判断している。ここでマンホールのずれ量から地盤のひずみレベルについて検討してみる。例えば標準的なサイズの直径  $D=90\text{cm}$ 、厚さ  $H=60\text{cm}$  のマンホールブロックが5cmずれた場合、地盤が液化化せず、またマンホールと地盤とが剥離しなかったものとする、せん断ひずみで  $5/60 \approx 8.33\%$ 以上生じていることになり、これらの地域では地表からかなり深いところまで地盤が非線形レベルに達したと思われる。ただしこの値は最終的に落ち着いた変位の値、すなわち残留変位であり、地震時には少なくともこれ以上の地盤ひずみが生じていた可能性がある。地盤歪みの非線形レベルをたとえば  $10^{-3}$  とすると、せん断ひずみは、 $u$  (ずれ) /  $H$  (ブロック高さ)  $= 10^{-3}$  であるから、ブロックのずれが約0.06cmで地盤が非線形に至るわけである。我々の今回の調査では最大で約35cmのマンホールのずれが見られた。この時のひずみについて考えると、せん断ひずみで  $35/60 = 58.33\%$ にも達していた可能性がある。

付近の地盤状況についてはボーリングデータ結果からある程度わかっており、またマンホールのずれの方向は推定可能なものもあるので、今後は地震時の地盤挙動についてさらに詳細な調査・検討を加えていく予定である。またマンホールの被害に限らず、使える資料を掘り起こしてできる限り活用を図る努力が必要である。

#### 5. まとめ

神戸市東灘区の一部において雨水および汚水幹線のマンホールブロックの被害調査を行った結果の一部について報告した。マンホールを様々な地形・地質条件の地盤中に埋設されている“ひずみゲージ”にみたてることによって、地盤深さ方向のせん断ひずみを推定した。

参考文献：神戸市下水道局：阪神・淡路大震災における下水道復旧の記録、1995.7

謝辞：本研究を進めるにあたり、日本学術振興会重点研究国際協力事業の補助を受けました。また神戸市下水道局の方々にはデータの提供や被害状況の解説などご尽力いただきました。この場を借りて御礼申し上げます。