

564 鉛直な剛性変化面をもつ不整形表層地盤の地震時ひずみの発生に関する一考察

熊谷組技術研究所 正会員 粕田 金一
 熊谷組技術研究所 正会員 鈴木 猛康

1. はじめに

トンネルのような地中線状構造物は、その延長距離が長い場合には複雑な地層構造にわたって建設されることが多い。特に、軟質地盤と硬質地盤との境界面が傾斜している場合には、その境界付近で大きな地盤変位やひずみが発生し、構造物に大きな断面力が発生する要因となる。このような剛性急変部に免震構造を適用した場合、大きな断面力低減効果が得られることが解析的に明らかとなっているが^{1),2)}、免震構造とする範囲をどこまでとれば免震効果と経済性のバランスが最適となるのかについてはまだ解明されていない。本研究はその準備段階として、不連続性の極端な場合である鉛直な不連続境界をもつ表層地盤を例にとり、地震時に発生する地盤の水平変位、水平ひずみの分布形状について解析的な検討を行ったものである。

2. 解析手法

解析の対象とする地盤モデルは、図1に示すように剛な基盤上に中央の不連続面を境としてそれぞれ均質な軟質地盤と硬質地盤からなる表層(層厚30m)が存在するものである。地盤の物性値は、軟質地盤の値を一定として、硬質地盤のS波速度Vsを6通り変化させた。解析に用いた物性値を表1に示す。

解析手法は面内方向の2次元静的FEM解析とし、表層地盤に一樣な水平震度(震度は0.1とした)を地震荷重として加えることにより実施した。境界条件は側面は水平ローラー、底面は固定とした。本解析では左右の表層地盤の振動特性の違い・地盤の非線形性の影響などが考慮されていないが、このような不連続面を有する表層地盤の基本的な挙動を把握するという目的は満足しているものと考えられる。

表1 解析に用いた物性値

	軟質地盤	硬質地盤1	硬質地盤2	硬質地盤3	硬質地盤4	硬質地盤5	硬質地盤6
単位体積重量 γ (tf/m ³)	1.6	1.6					
S波速度 Vs (m/sec)	120 (=Vs0)	150 (=1.25Vs0)	180 (=1.5Vs0)	240 (=2Vs0)	360 (=3Vs0)	480 (=4Vs0)	600 (=5Vs0)
せん断剛性 G (tf/m ²)	2351	3673	5290	9404	21159	37616	58776
ポアソン比 ν	0.49	0.45					

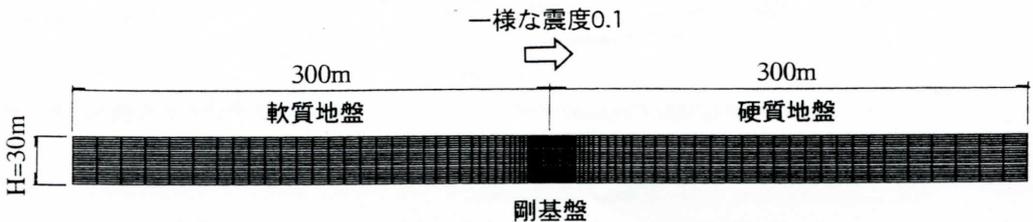


図1 解析用地盤モデル

A consideration on seismic strain of surface ground with a vertical boundary of two different soil stiffnesses;
 Kin-ichi KASUDA, Takeyasu SUZUKI (Technical Research & Development Institute, Kumagai Gumi Co., Ltd.)

3. 解析結果

解析の結果得られた水平変位 u および水平方向ひずみ ε_h の解析モデルの水平距離 x に対する分布をそれぞれ図2、図3に示す。値はいずれも表層地盤の中央付近の深さ（変位の場合はGL-15m, ひずみの場合はGL-15.75m)における値とした。まず、水平変位の分布に着目すると、軟質地盤の $x=-200$ m 付近および硬質地盤の $x=+150$ m 付近で、剛性比の異なるケースの変位は剛性比の不連続のない一様地盤の場合の値にほぼ収束しており、大きな水平変位の変化は不連続面近傍の区間で発生していること、変位の変化率は硬質地盤内よりも軟質地盤内で大きいことなどがわかる。

次に水平方向ひずみの分布をみると、1)軟質地盤内で最大値をとること、2)剛性比が大きいほど最大値およびその影響が及ぶ水平距離も大きくなるのがわかる。このことをさらに明らかにするために、各剛性比に対するひずみの最大値の発生する位置およびひずみが最大値の1/2の値となる位置の関係を図4に示す。

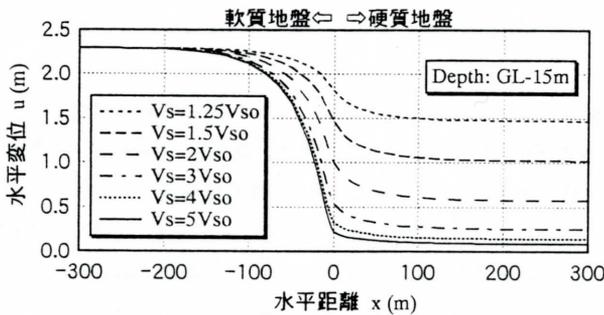


図2 水平変位 u の分布

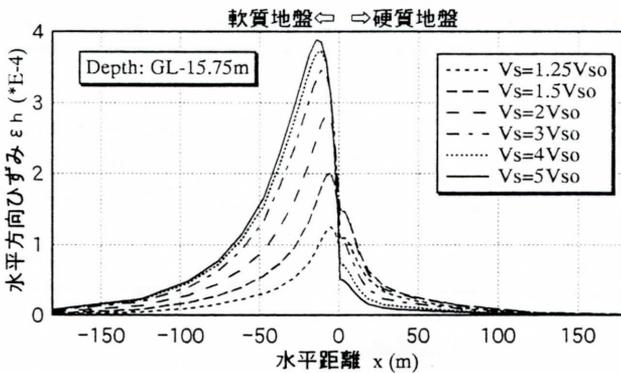


図3 水平方向ひずみ ε_h の分布

図4よりひずみの最大値の発生する位置は不連続点から10m前後で、ひずみが最大値の1/2の値となる位置は不連続点から30~40m前後で発生していることがわかる。したがって、不連続面により軟質地盤側に発生するひずみの影響範囲としては、剛性比の大きい場合を除けば、表層地盤厚（ここでは30m）程度が1つの目安といえよう。

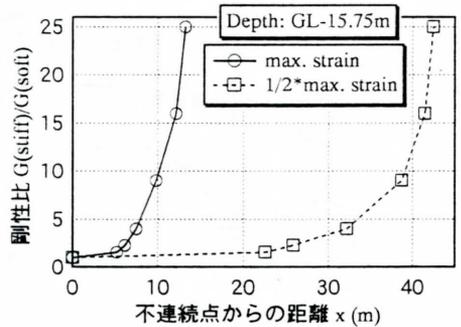


図4 水平ひずみの発生位置と剛性比の関係

4. まとめ

鉛直な不連続面をもつ表層地盤の地震時に発生する水平変位、水平ひずみの分布について解析的な検討を行った。その結果、地盤変位・ひずみともに軟質地盤内での値およびその変化が大きいこと、ひずみの極大値は軟質地盤内で発生すること、ひずみ値の大きい範囲は剛性比の大きな場合を除くと不連続点から表層地盤の厚さ程度であることなどが得られた。今後、動的解析による詳細な検討を実施する予定である。

参考文献: 1) 「地下構造物の耐震設計」第9章, 鹿島出版会, pp.155-166, 1994. 2) 鈴木他: シールドトンネルの免震構造とその免震効果の評価手法の提案, 土木学会論文集, 第525号, pp.275-285, 1995.