

不整形地盤の地盤ひずみ分布特性に関する研究

○九州大学 学生員 吉村 茂
九州大学 フェロー 大塚久哲
(株)大成建設 正会員 川野 亮
(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 橘 義規

1. 目的

地中構造物は、周囲を地盤で取り囲まれているため、その地震時挙動は周辺地盤の挙動に支配される。既往の地震の被害調査によると、埋設管路の主要な被害要因の1つは地形・地盤条件の変化部における地盤のひずみであることが指摘されており、不整形地盤特有の地盤の変形やひずみの応答特性を明らかにする必要があると考えられる。しかしながら、これまでの不整形地盤に関する研究は、地震動の増幅特性に関するものが多く、地中構造物縦断方向の耐震性を評価する上で重要となる地盤のひずみに関する研究は非常に少ないのが現状である。

こうした背景から本研究では特に地中構造物縦断方向の耐震設計に資するため、不整形地盤での地盤ひずみを評価することを目的とし、FEMによる地震応答解析を実施し検討を行った。

2. 解析方法

2.1 解析対象地盤モデルおよび解析ケース

ここでは図1に示す「**基盤段差モデル**」のような基盤に一方に傾斜した段差がある地盤、及び「**硬質地盤露頭モデル**」のような硬質地盤と軟質地盤が傾斜をもって接するような地盤を対象に、不整形性の程度がひずみに及ぼす影響について検討を行う。地盤の物性値を表1に、各モデルにおける解析のパラメータを表2に示す。

表1 地盤物性値

	ポアソン比	せん断波速度	せん断弾性係数	単位体積重量	減衰定数
		$V_s(\text{m/sec})$	$G_s(\text{tf/m}^2)$	(tf/m^3)	h
軟質地盤	0.45	100	1837	1.8	0.15
硬質地盤	0.45	300	18367	2.0	0.05

2.2 解析条件

地震応答解析は2次元FEMで行った。計算はNewmarkの法($\alpha=0.25$)による直接積分法で線形解析とした。境界条件は側方粘性境界、底面固定境界とした。入力波は、兵庫県南部地震の際に東神戸大橋で観測された記録を高圧ガス導管耐震設計指針¹⁾(以下ガス指針)で規定されるスペクトルに適合するように調整した波を用い、図2にその波形を示す。

3. 解析結果

3.1 基盤段差モデル

層厚比と最大水平直ひずみの関係を図3に示す。着目した深度は0m, -5m, -10mである。この図より層厚比が大きくなる(層厚比が1に近づく)と発生する水平直ひずみの最大値は、小さくなる傾向にあることがわかる。これは基盤の変化長によらずいえることであり、層厚比0.38と0.75の場合を比較すると発生する最大水平直ひずみは約50%に低下している。層厚比が1(水平成層地盤)になると水平直ひずみが生じないため、層

キーワード：不整形地盤、地盤ひずみ、2次元FEM

連絡先：〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学大学院工学研究院 TEL 092-642-3268

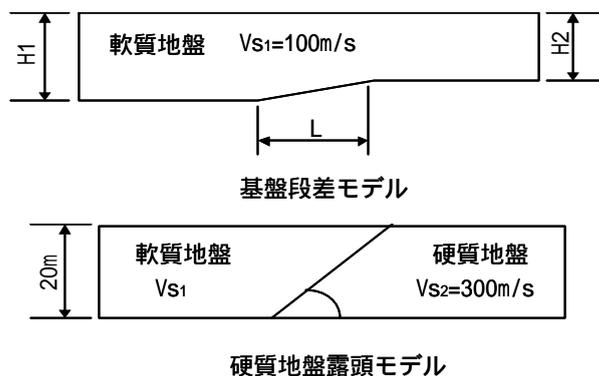


図1 対象地盤タイプ

表2 解析パラメーター

基盤段差モデル	
層厚H1(m)	20, 30, 40
層厚H2(m)	15
基盤の変化長L(m)	0, 20, 40, 80
硬質地盤露頭モデル	
層境界の角度	15°, 30°, 45°, 60°, 90°
せん断波速度Vs1(m/s)	100, 150, 200

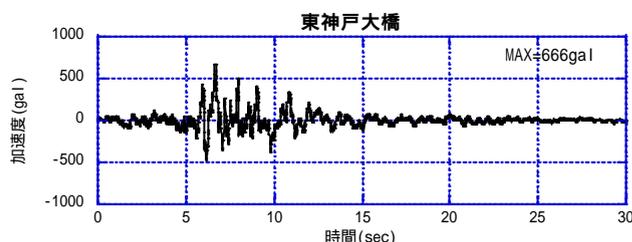


図2 入力地震動

厚比の増加に伴って最大水平直ひずみが小さくなると考えられる。また、基盤の変化長の最大水平直ひずみに及ぼす影響は層厚比の及ぼす影響と比較して小さいことが確認された。

3.2 硬質地盤露頭モデル

深度 0m, -5m, -10m, -15m の位置の水平線に沿って、最大水平直ひずみの分布を求めた。その一例を図4に示す。横軸はモデル左端からの水平距離を表している。図4より最大水平直ひずみについて次のことが分かる。

1) 分布形状

最大ひずみの分布は、硬質層ではほとんど0であるが、軟質層では急激に大きくなる。層の境界部以外では、地表面に近いほど、ひずみレベルは大きい。境界部では、図4(a)と(c)を比較して分かるように、角度及び深度によって最大値の発生位置、及びその大きさが異なる。

2) 軟質層の剛性 Vs1 の影響

図4(a)と(b)は、軟質層のせん断波速度だけが異なるケースにおける図である。この二つの図より明らかなように、軟質層の剛性の違いは最大ひずみの分布傾向にはほとんど影響を及ぼさないが、ひずみレベルは軟質層の剛性が小さいほど大きくなる。

3.3 指針との比較

本研究で対象としたような「地盤の不整形性に起因するひずみ」について、ガス指針では、最大で0.3%としている。しかしながら、図3、図4から分かるように解析結果では0.3%を超える場合もある。

4. 結論

本研究では、地盤の不整形性の程度と地震時水平直ひずみの関係をパラメトリックスタディにより明らかにした。基盤段差モデルでは傾斜部両側の層厚の違いが最大水平直ひずみに著しい影響を及ぼすが、傾斜部の長さの影響はそれと比較して小さいことがわかった。硬質地盤露頭モデルでは層の境界付近でひずみが集中して大きくなることがわかった。また、ガス指針の規定を超えるひずみが発生する可能性があることも示された。

【参考文献】 1) 日本ガス協会：高圧ガス導管耐震設計指針(改訂版) 2000年3月

2) 大塚久哲, 橘義規, 川野亮: FEM地震応答解析による不整形地盤の地盤ひずみ分布特性とばね質点モデルについての考察、構造工学論文集Vol. 47A, pp. 539-546, 2001年3月

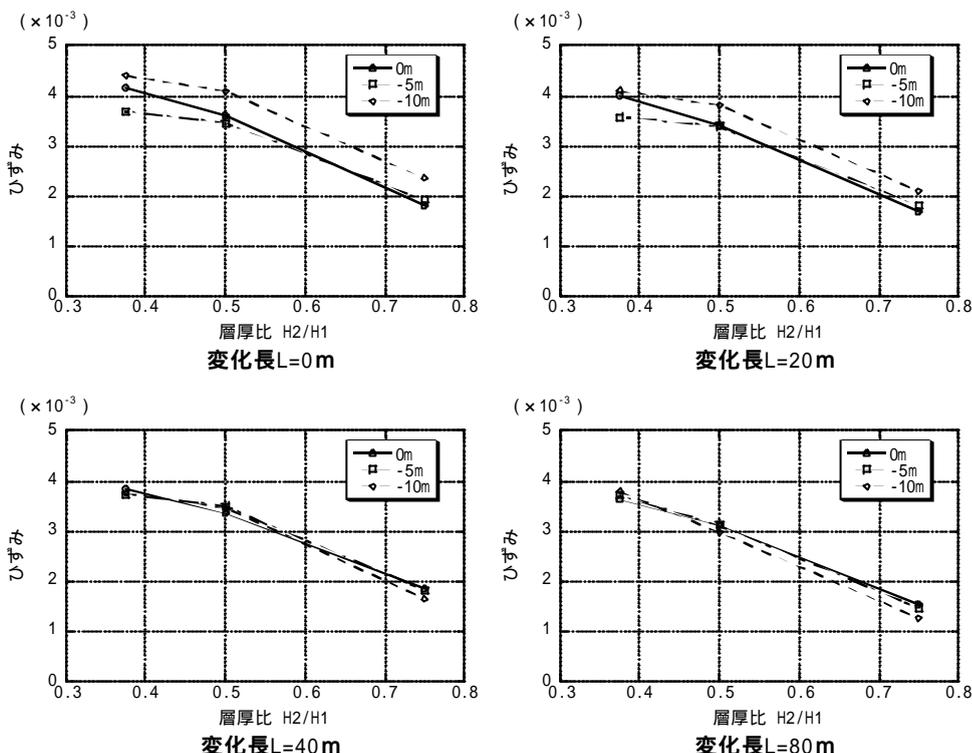


図3 層厚比と最大水平直ひずみの関係(基盤段差モデル)

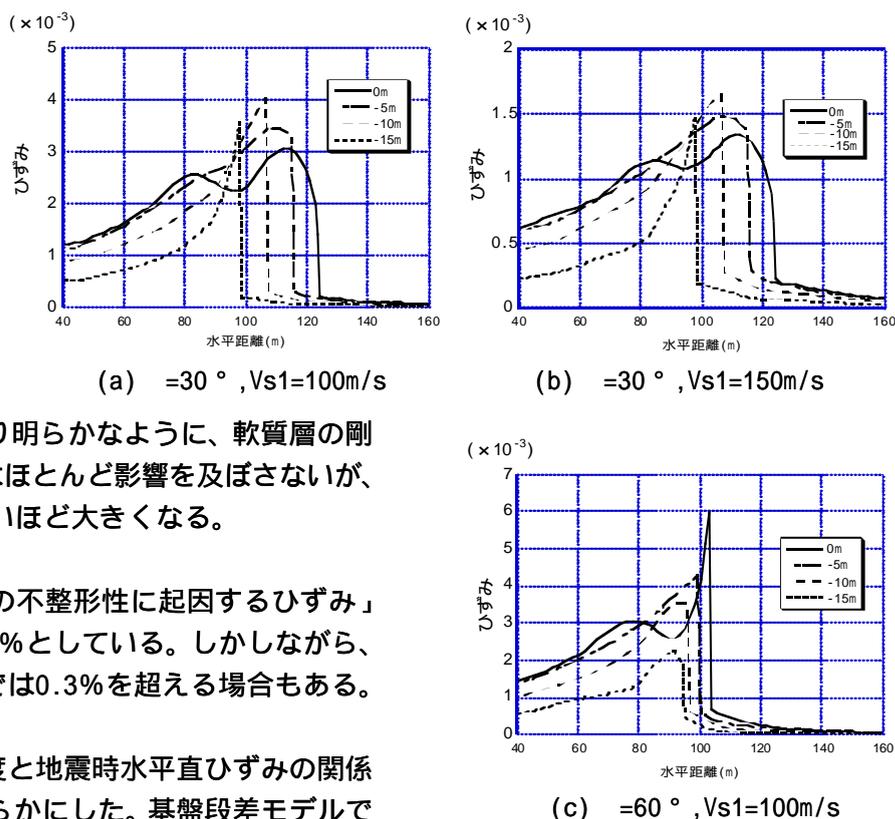


図4 最大水平直ひずみ分布 (硬質地盤露頭モデル)