

I - B 94

三宮駅付近を通る断面の表層地盤における非線形地震応答特性

中央大学理工学部 学生会員 高橋 佳宏
正会員 國生 剛治

1. はじめに 兵庫県南部地震で観測された記録により、現在までに鉛直アレーサイトなどの特定の場所については、地震応答解析が盛んに実施されてきている。この背景として、それらのサイトでは地震応答解析を行うにあたり必要な地盤の動的変形特性が、詳細に調査されていることがいえる。しかし、強震時に起こる地盤の非線形挙動についての地域的な広がりを検討するまでには至っていないのが実状である。そこで、本研究では三宮駅付近からポートアイランドを通る断面、すなわち断層と直交する方向の断面を設定し、既往のボーリングデータ¹⁾²⁾³⁾⁴⁾から表層部分の地盤構造を推定することで、各々のボーリングデータを一次元にモデル化し等価線形解析⁵⁾を実施した。

2. 解析条件 本研究で断面を作成する上で抽出したボーリングデータでは、地震応答解析を実施に必要な地盤物性の調査は行われていなかった。よって周辺地域で実施されていた PS 検層結果を利用し、神戸周辺の地盤における地質別の N 値とせん断波速度との関係を定式化し、これを抽出したボーリングデータに適応させることで地盤モデルの作成を試みた。なお、解析に用いたデータは、図-1 中の 10 本である。動的変形特性には、國生らの提案式⁶⁾を用いた。入力地震動の設定については、ポートアイランドで観測された地中記録を最大加速度が現れる主方向に回転（時計回りに 46 度回転）させたものを用いた。入射波入力を行う必要があるため、あらかじめ PI-A 地点の地盤モデルを用いて等価線形解析を行い、GL-83.4mでの入射波を算定し、これを解析で使用する入射波とした。波形は図-2 に示す通りである。

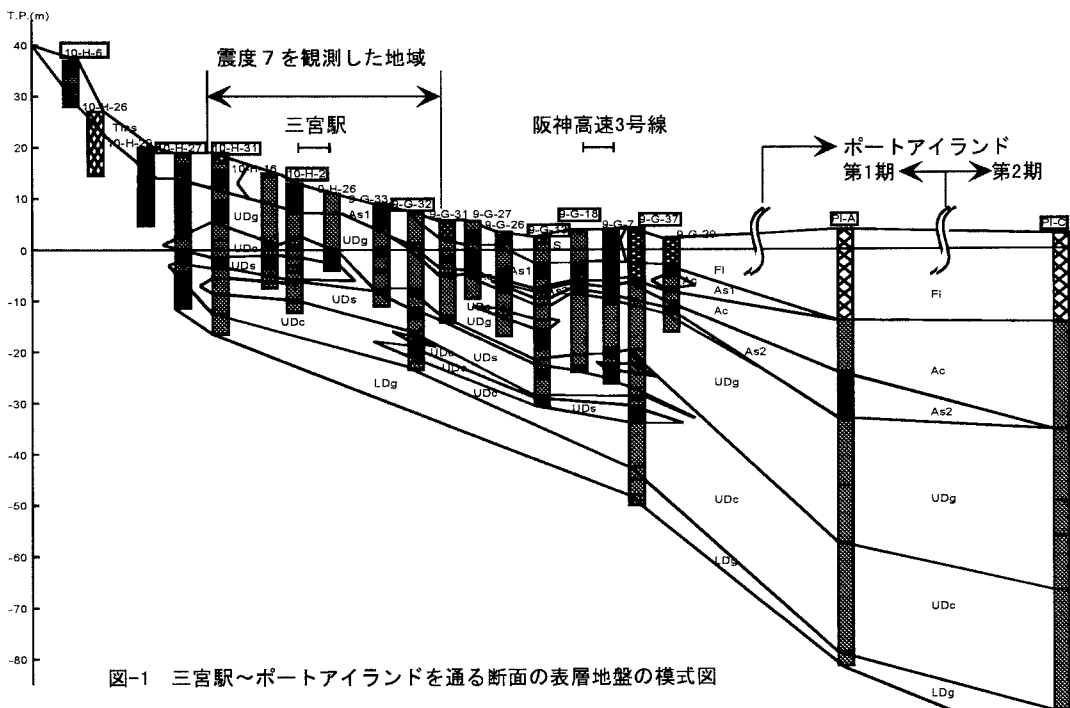


図-1 三宮駅～ポートアイランドを通る断面の表層地盤の模式図

キーワード: 非線形地震応答、等価線形解析、軟弱地盤

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 TEL 03-3817-1799

3. 解析結果 解析を実施する前に、解析精度を検討する意味でポートアイランドの鉛直アレーサイト(PI-A 地点)の地表で観測された記録と、解析値を比較したものを図-3に示す。主要動部分については、解析値の加速度振幅が観測値に比べ卓越する部分があるものの、周期特性、最大値ともによく再現できているように見える。よって、本解析で定性的な議論は可能であると考えられる。図-4は、図-1で示した断面(三宮断面)に沿った最大加速度・最大速度の分布である。記号で示したのが解析を行ったボーリングデータの位置である。阪神高速3号線より山側では、最大加速度にあまり変化がなく、高いレベルを保っているのに対し、海側では最大加速度が急激に低下しているのがわかる。図-1の断面図と比較すると、阪神高速より海側では沖積粘土層が地層に現れているのがわかり、この粘土層の非線形挙動が地表の地震動に大きく影響を与えていると考えられる。¹⁾一方、最大速度は山側では低いレベルで推移しているが、海側では高い値を示している。これは海側の地点での加速度の解析値に長周期の成分が多く含まれている事に起因しているものと思われる。図-5は各地点における周期別の応答加速度(減衰5%)の分布である。短周期成分は山側で大きく、長周期成分は海側で大きい傾向に有ること読み取れる。よって、海側においては短周期構造物の被害が少なかったのはこのためであるとも考えられる。

4. 結論 上記の通り、等価線形解析上では軟弱粘土層である Ma13 の出現により、地表での最大加速度の低下をもたらすという結果が得られた。また長周期部分が卓越する海側では、速度の値が山側に比べ大きくなるのが解かった。しかし加速度に比べ、速度は地盤の非線形性の影響を受けにくいとの報告もあり、本研究において使用した物性値に問題がある可能性もある。よって、強震時の軟弱粘土の力の伝達のメカニズムを知る必要があると思われるので、今後は軟弱粘土を対象にした動的変形試験を行い、その結果からフィードバックした物性を数値解析に適用し、物理的根拠を背景とした解析を進める必要があると考えている。

謝辞: 今回用いた地震データを提供していただいた関西地震観測協議会に感謝の意を表します。また、数値解析プログラムを提供していただいた佐藤工業(株)吉田望様、末富岩雄様に感謝の意を表します。

参考文献: 1) (社)地盤工学会、阪神大震災調査委員会(1996); 浅層地盤の非線形増幅特性が地震動分布に与える影響、阪神・淡路大震災調査報告書(解説編)、pp136-139 2) 神戸市(1980); 神戸の地盤 3) 阪神高速道路公団(1997); 阪神高速道路地質資料 4) 運輸省港湾技術研究所(1997); 港湾技術資料 No.857、1995年兵庫県南部地震による港湾施設等被害報告 5) 吉田望、末富岩雄(1996); DYNEQ: 等価線形法に基づく水平成層地盤の地震応答解析プログラム、佐藤工業(株)技術研究所報、pp61-70 6) 國生剛治(1998); 等価線形解析の大ひずみへの適用の試み、第33回地盤工学研究発表会、pp773-774

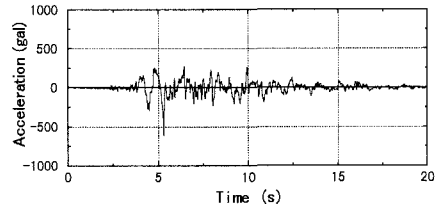


図-2 解析に用いた基盤入射地震波

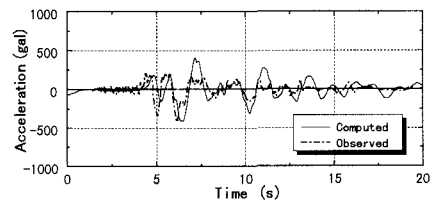


図-3 解析値と実測値の比較(PI-A 地点)

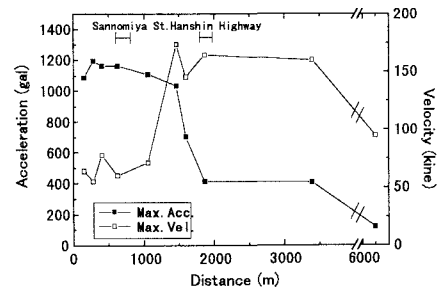
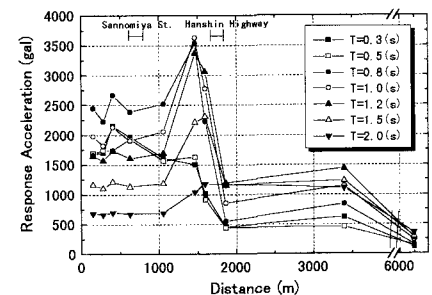


図-4 三宮断面における最大応答値の分布

図-5 三宮断面における周期別の応答加速度の分布
($h=5\%$)