

高知自動車道における軟弱地盤の南海地震時の地震応答特性

愛媛建設コンサルタント	正会員	神野 邦彦
愛媛大学工学部	フェロー	森 伸一郎
愛媛大学大学院	学生会員	和仁 晋哉
愛媛建設コンサルタント	正会員	西本 健一
愛媛大学大学院	学生会員	佐伯 嘉隆

1. はじめに

四国において来るべき南海地震を想定した場合の地震対策の合理的な立案のためには、耐震性能を合理的に評価することが重要である。長周期の卓越した継続時間の長い地震動が想定されるため、軟弱地盤に建設された盛土や橋梁の耐震性能を科学的・合理的に、しかも地盤の地域性を反映させて耐震性能を評価することが必要である。この評価手法の開発のために、高知平野をほぼ東西に走る高知自動車道をモデルとして、軟弱地盤の区間が多い伊野 IC と土佐 IC の間を対象に耐震性検討を行った。ここでは、盛土や橋梁の基礎などの耐震性能を左右する地盤の地震時応答特性を検討したのでその一部を紹介する。

2. 解析対象と解析方法

図-1 に高知自動車道における軟弱地盤分布と検討対象区間（伊野 IC から須崎東 IC 間内の約 10Km）を示す。この区間には 30 の軟弱地盤区間がある。ボーリングデータがある地点で常時微動測定を行うとともに、詳細な地盤調査がある地点において地震応答解析を行った。図-1 の中には、盛土の地震応答解析の対象とした 13 地点の地盤の S 波速度構造図を示す。この区間は軟弱地盤区間と丘陵地区間とが交互に現れ、軟弱地盤においては約 15～35m の深さで岩盤面が現れる。

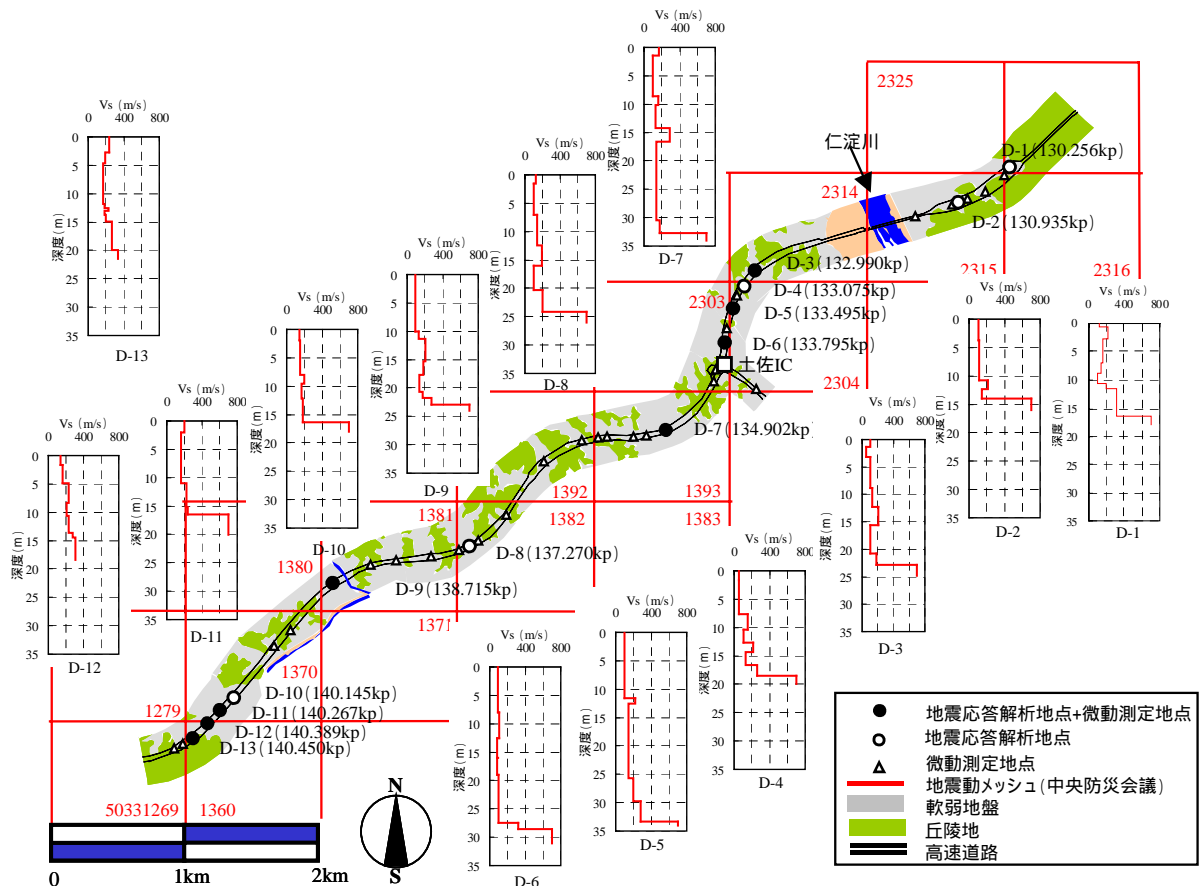


図-1 高知自動車道における軟弱地盤分布と検討対象区間

地震応答解析には、中央防災会議が公開している南海地震の震度評価の際に計算された工学的基盤の地震動を利用した。応答特性の比較のために、ほぼ中央に位置する5033 1393のメッシュの地震動を用いた。図-2に入力地震動の加速度時刻歴を示す。

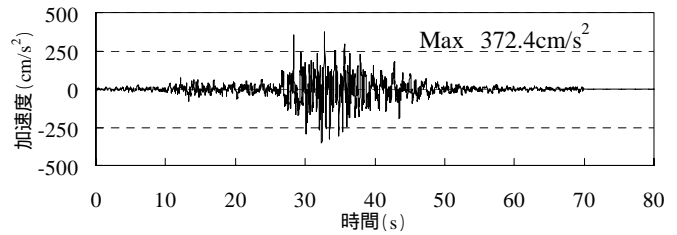


図-2 入力地震動 (メッシュ 5033 1393)

地震応答解析は、重複反射理論による等価線形解析プログラム SHAKE を用いた。解析に先立ち、約 20 地点のボーリングと室内試験のデータに基づいてこの地区の土質に対応する代表的な物性を設定した。せん断波速度 V_s は道路橋示方書の経験式で評価した。繰返し変形特性は、この地区を代表する軟弱層の 3 種の土質については、不攪乱試料を採取して中空ねじり試験や三軸試験により評価した。他は、安田・山口、今津・福武の式を利用した。岩盤は、一律 $V_s=700\text{m/s}$ で線形とした。図-3に各種の繰返し変形特性のひずみ依存性を示す。

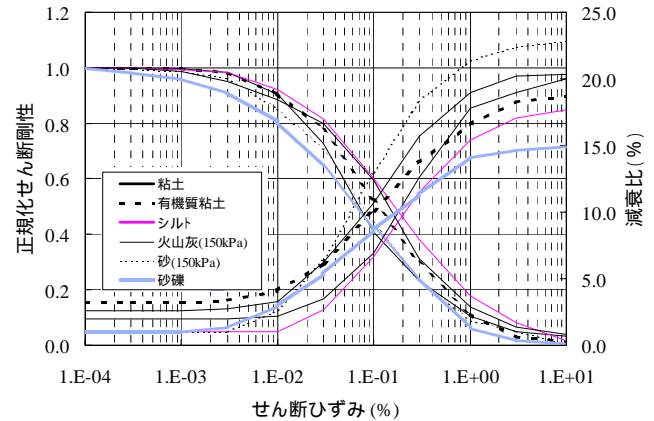


図-3 各種の繰返し変形特性のひずみ依存性

3. 解析結果

図-4に、例としてD-7地点における最大加速度、(基盤との)最大相対変位、せん断ひずみの最大応答値分布を示す。最大加速度が地表では入力基盤より大きく低減し、変位が17cmにも達している。これらは8~30mまで、ほぼ一様に1%程度の大きなせん断ひずみが発生しているためである。

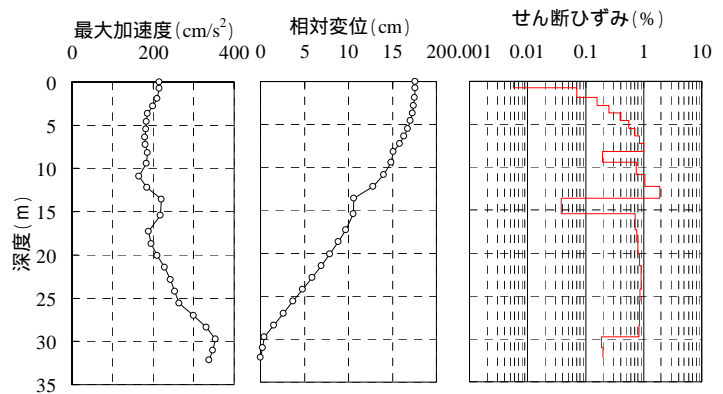


図-4 最大値応答分布 (D-7 地点)

表-1に各地点の最大応答値を示す。地盤中の最大ひずみは13箇所中、1%以上が9箇所、3%以上が6箇所、5%以上が2箇所である。1%を越えれば破壊域に入るので、1~5%のせん断ひずみに対応する変形特性の評価が重要になる。この地域では砂層が少ないので、液状化よりは軟化特性の評価が重要性を増す。また、ひずみが大きい分、杭基礎に作用する地盤変形は大きくなり、地震動による地盤変形が地震作用として寄与する割合は大きくなると考えられる。

表-1 各地点の最大応答値

	最大加速度 (cm/s^2)	最大相対変位 (cm)	最大せん断 ひずみ(%)
D-1	406.8	7.0	3.2
D-2	440.0	10.8	2.3
D-3	386.0	15.8	2.5
D-4	441.2	15.4	5.3
D-5	259.7	19.8	3.0
D-6	131.9	14.0	3.1
D-7	215.2	17.6	1.9
D-8	442.9	15.8	3.3
D-9	272.1	18.6	6.4
D-10	458.9	7.2	0.8
D-11	467.9	5.4	0.7
D-12	426.1	1.9	0.2
D-13	411.7	4.7	0.6

4. 結論

高知自動車道の軟弱地盤において南海地震を想定した地震応答特性を評価した。1~5%のせん断ひずみに対応する変形特性の重要性、杭基礎への地盤変形としての地震作用が大きいことがわかった。謝辞 本研究は、地盤工学会四国支部内に設けられた「JH 四国道路耐震性評価手法検討委員会」(委員長 愛媛大学 矢田部龍一教授)の研究の一環として実施したものです。実施に当たっては、西日本高速道路高松技術事務所の関係者の皆様には大変お世話になりました。記して感謝致します。