

I - B 423

近接盛土の橋脚基礎へ及ぼす地震時の影響検討

日本技術開発 正会員 林 勝巳*

日本技術開発 正会員 ○尾儀一郎*

日本技術開発 正会員 岩田克司*

1. はじめに

兵庫県南部地震では護岸近傍の橋脚に多大な被害が発生した。H 8 年に改訂された道路橋示方書においては、地震時に不安定となる地盤がある場合は、地盤の流動を考慮した荷重を基礎に作用させ耐震設計を行うよう規定されている。しかしながら、橋脚に盛土が近接しているような場合の荷重評価は明確になっていない。そこで、地震時に近接盛土の橋脚基礎へ及ぼす影響がどの程度あるのか把握することを目的として、2次元FEMによる非線形動的応答解析を用いて検討した。

2. 解析モデル

2. 1 解析概要 本解析には、動的非線形汎用構造解析プログラムTDAPⅢを用いた。まず、有効単位体積重量を用いた自重解析を実施し、その結果を用いて要素ごとに液状化判定および低減係数の算出を行った。その低減係数に基づいて要素ごとの液状化時の剛性および強度定数を決定し、自重解析の応力状態を初期応力とし動的応答解析を行った。その際、図-1に示す剛基盤に兵庫県南部地震ポートアイランド観測波形EW成分（GL-83m）のSMAC相当地震波形（最大加速度584Gal）を入力した。

2. 2 解析モデル 図-1に解析モデルを示す。高さ25mの盛土およびその周辺約300m、深さ65mの範囲をモデル化した。盛土の有無による2ケースの検討を行い、両者を比較することにより橋梁基礎に及ぼす盛土の影響について考察した。地盤は盛土も含めて平面歪み要素にモデル化し、Mohr-Coulombの破壊基準に基づく完全弾塑性モデルによりその非線形性を表現した。構造物は橋脚・上部工および杭を2次元梁要素に、フーチング部を平面歪み要素にモデル化した。上部工とフーチング部は弾性体とし、橋脚および杭はそれぞれ武藤型トリリニアモデルによりその非線形性を表現した。盛土のある場合は、斜面崩壊を考慮できるように、円弧すべり解析により設定した3つのすべり線をジョイント要素で表現し、その強度定数は隣り合う地盤モデル（平面歪み要素）と同じ値を用いた。モデル境界には、側方および底面は粘性境界要素を用いた。なお、解析は直接積分法（Newmark β 法）による。

2. 3 液状化による影響の評価方法 液状化による影響は、道路橋示方書V耐震設計編¹⁾に基づき液状化判定を行い、その安全率等によって各要素の剛性低減率を決定した。F2層およびAs層が液状化層と判定され、それぞれ2/3の剛性低減率を用いた。ただし、盛土ありの場合、盛土下部の液状化層（F2層およびAs層）については、自重解析結果に基づいた鉛直応力を用いて別途液状化判定を行い、その安全率等によって各要素の剛性低減率を決定した。剛性を低減した要素は図-1において陰影をつけて示した。なお、強度定数cおよび ϕ も低減率を乗じた値を用いた。

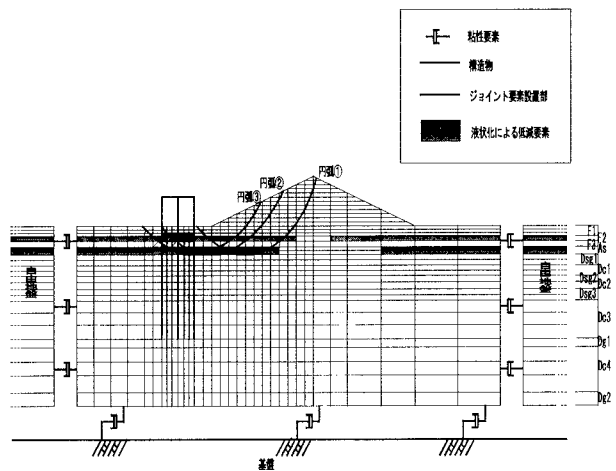


図-1 解析モデル

キーワード：杭基礎，橋脚，耐震設計，盛土，近接

* 〒531-0072 大阪市北区豊崎5-6-10（商業ビル）TEL 06-6359-5341 FAX 06-6848-6055

3. 検討結果および考察

図-2に時刻歴応答加速度，図-3に最大変位分布，図-4にすべり線の相対変位時刻歴，図-5に最大土圧分布および図-6に杭のMN履歴をそれぞれ，盛土がある場合とない場合を比較して示す。これらの結果より以下の点が指摘できる。

①時刻歴応答加速度および時刻歴応答変位より自由地盤と盛土はほぼ同位相で動いていることが分かる。また，自由地盤と橋脚部地表面および上部工も同位相で運動している。

②自由地盤の挙動は盛土の有無によらず同様であるが，橋脚の変形量は（盛土あり／なし）の比率が約1.3程度である。この地盤の変形量の増大により断面力も盛土のある方が盛土がない場合より大きくなっている。また，盛土がある場合は，液状化層に挟まれた非液状化層が側方へ押し広げられる形で変形が増幅している。

③円弧すべり検討結果より，3種類のすべり線を想定したが，盛土全体のすべりが最も大きく，最大相対変位は約27cmである。すべり面上のすべり線の上端および最下端の相対変位時刻歴に自由地盤地表面および盛土頂部の時刻歴応答加速度を併記して示したが，右方向への加速度が最大になる瞬間にすべりが発生していることが分かる。すなわち，これらの瞬間には，左向きから右向きへの変形の転換に伴い，すべり面上の各要素が圧縮状態から引張状態へ移行することから，すべり面上の有効応力が最小になるためと推察される。

④盛土がある場合の基礎に作用する土圧は，表土の非液状化層において受働土圧を上回る状態である。一方，盛土がない場合は，受働土圧ないしはそれ以下の値となっている。

また，全体的には，沖積砂層（液状化層）で浅では盛土がある場合の土圧が大きく，沖積層（液状化層）で深では，盛土の有無に係わらず同程度の土圧分布を示す。

すなわち，盛土の影響により，すべり線より浅い部分では，基礎に作用する動土圧が大きくなり，過大な断面力が発生することになるので注意が必要である。

⑤杭のMN履歴図より，盛土がある場合は杭頭部で降伏耐力を超えている。これに対し，盛土がない場合は，ほぼ降伏耐力以下である。

4. あとがき

近接盛土のすべりに伴い橋脚基礎に作用する動土圧が増加する現象を明らかにできた。今後，定量的な把握を深め実設計への適用性について検討したい。

参考文献】1）（社）日本道路協会：道路橋示方書

・同解説V耐震設計編，平成8年12

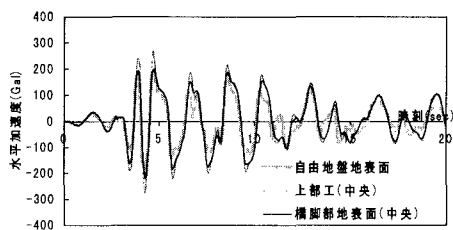
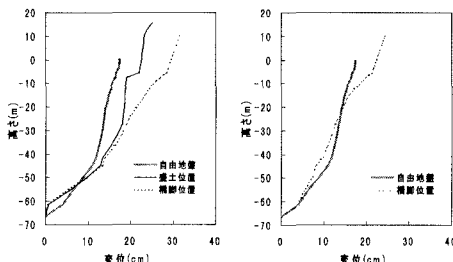


図-2 地盤および橋脚の時刻歴応答加速度



(a) 盛土あり (b) 盛土なし

図-3 最大水平変位分布

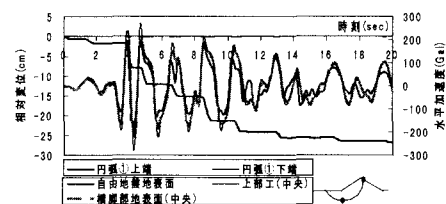


図-4 すべり線の相対変位

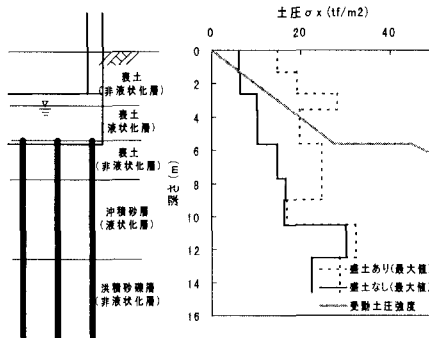


図-5 橋脚側部の土圧分布

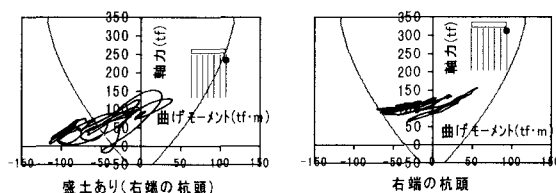


図-6 杭（右橋杭頭）のMN履歴図