

III-284 埋立地の地震応答特性の検討

九州工業大学工学部 正会員 ○安田 進
九州工業大学大学院 学生員 山本芳生

◆まえがき◆

一般に埋立地では地震時に被害を受け易いと考えられているが、その原因として、液状化のような地盤の破壊が生じ易いことや、地震の応答性（揺れ）が大きかったり分布が不均一なことが挙げられよう。これらのうち、後者については、その定量的な検討はこれまであまり行われてきていない。そこで、筆者達は東京湾の埋立地を例にとり、1次元地震応答解析をいくつか行い、その定量的な検討を行ってみた。

◆検討対象地点および解析方法◆

検討対象地域として、図-1に示す東京の埋立地を選んだ。この地域には図に示されるように、多くの埋立地区が存在し、また地層構成のパターンにより6種類の埋立地盤が存在している¹⁾。東京湾岸道路がこれらの多くの地区を通っているが、まずそれに沿ってA～Iの9地点を解析対象地点と選んでみた。また、ごみによる埋立地としてJ～Lの3地点を選んだ。この他、基盤が浅い所に存在するケースとして横浜市の埋立地（M地点、GL-8mで基盤）も対象とし、さらに比較のため本郷の台地（N地点）も解析に加えた。

解析は1次元地震応答解析プログラム“SHAKE”を用いて行った。解析の条件は次のようにして定めた。

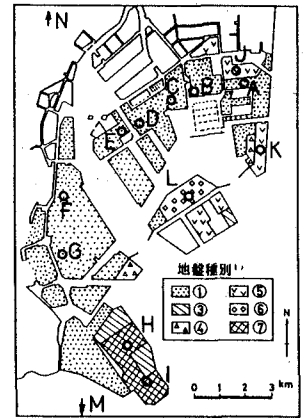
①上記の対象地点の土質柱状図（文献2,3）などより）をもとに土層区分を行い、各層の物性を設定した。せん断波速度 V_s はN値から、また、単位体積重量 γ_t と平均粒径は土層名から、道路橋示方書・同解説に示されている式を用いて推定した。ただし、ごみについては $\gamma_t=1.10\text{t/m}^3$ 、 $V_s=50\text{m/s}$ と仮定してみた。動的せん断定数比と減衰比とせん断ひずみの関係は、文献4)をもとに、平均粒径と有効上載圧から設定した。

②基盤へ入力する波は、短周期のものとして、千葉県東方沖地震の際に東大生研千葉のGL-40mで記録されたNS成分の波（卓越周期は0.35秒）と、長周期のものとして十勝沖地震の際八戸港の地表で記録されたEW成分を基盤に戻した波（卓越周期は0.58秒）を用いた。これらの波を150gal（露出基盤で）の値に調整して入力した。なお基盤はN値が50以上の層とし、一律に $V_s=500\text{m/s}$ と仮定した。

◆解析結果◆

図-2に各地点の地表最大加速度 $A_{\max,s}$ 、地表最大変位 $D_{\max,s}$ をまとめて示す。まず、埋立地と台地との値を比べてみると、 $A_{\max,s}$ は差はないものの、 $D_{\max,s}$ は台地に比べて大幅に大きくなっている。

埋立地同士を比べてみると、地点および入力波により $A_{\max,s}$ は90～370gal、 $D_{\max,s}$ は0.5～28cmと大幅に異なっている。図-3に代表的な3地点の最大加速度、最大変位の深度分布を示す。(a)では V_s が地表に向かって小さくなる地盤であるが、このような場合は $A_{\max,s}$ は大きくなる傾向があるようである。埋立層



・①正規型 ③ヘドロ型 ④残土型
⑤ごみ型 ⑥複合型(a) ⑦複合型(b)
・K,Lは埋立前の柱状図にごみを加えてモデル化した。

図-1 埋立地盤種別¹⁾と解析対象地点

地点	A....(gal) 0 100 200 300 400	D....(cm) 0 10 20 30	T ₀ (sec) 0 1 2 3 4
A	●	○—●	△
B	●	○—●	△
C	●	○—●	△
D	○—●	○—●	△
E	○—●	○—●	△
F	○—●	○—●	△
G	○—●	○—●	△
H	○—●	○—●	△
I	●	○—●	△
J	○—●	○—●	△
K	○—●	○—●	△
L	○—●	○—●	△
M	●	●	△
N	●	●	△

A....: 地表最大加速度、D....(cm): 地表最大変位
T₀: 地盤の特性値、○: 生研千葉の波を入力
●: 八戸の波を入力

図-2 解析結果

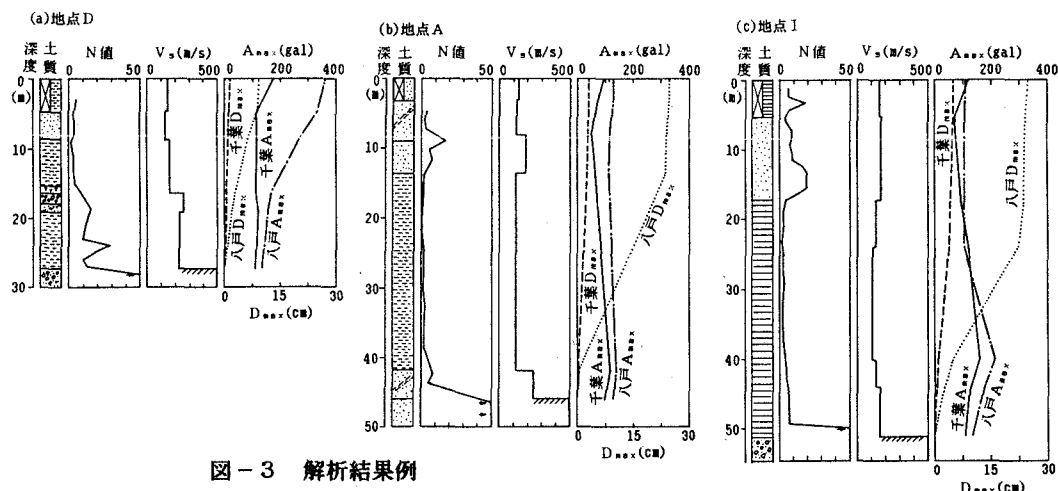


図-3 解析結果例

は V_s が小さいことが多く埋立地ではこのようなことも生じ易いであろう。(b)、(c)では中間に V_s の小さい粘性土層（下部有楽町層）が厚く堆積しており、このような場合には $A_{max,s}$ は小さくなるようである。ただし、 $D_{max,s}$ はこの軟弱層で急増し、地表では大きくなっている。その他、ごみの埋立地（ケースJ～L）では、 $D_{max,s}$ が特に大きくなっている。これは γ_t 、 V_s を小さく仮定したためと考えられる。

次に、 $A_{max,s}$ 、 $D_{max,s}$ と沖積層厚（埋立土も含む）、地盤の特性値 T_0 （道路橋示方書・同解説の方法による）との関係をプロットすると図-4、5となる。両図とも沖積層厚、 T_0 が大きくなるにつれ $D_{max,s}$ は増加している。 $A_{max,s}$ は一旦ピークを持ち、それから層厚、 T_0 とともに減少している。ピークの値は図-4 (a) で0.3秒、(b) で0.6秒程度と見られるが、この値は入力波の卓越周期に近い値となっている。

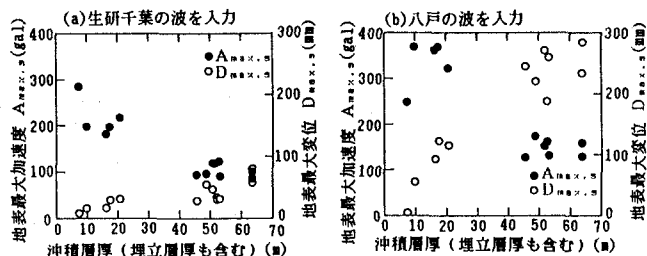


図-4 沖積埋立層厚と地表最大加速度・変位の関係

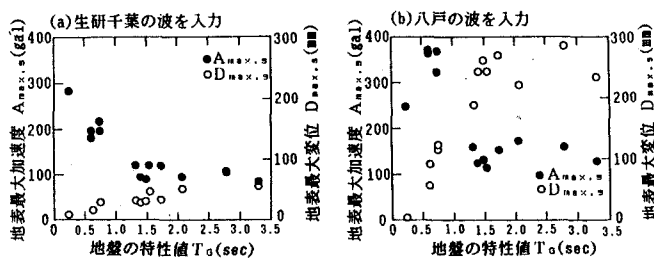


図-5 地盤の卓越周期と地表最大加速度・変位の関係

◆まとめと今後の課題◆

埋立地の地震応答特性について、東京の埋立地をモデルにとり1次元解析を行って検討してみた。その結果、埋立地と一口に言っても地層構成、埋立層の物性、入力波などにより地表での応答性が大幅に異なることなどが明らかにされた。ただし、埋立土の物性はN値などから推定していることや、埋立地では基盤形状が複雑であるが、この不整形性を考慮していないこと、液状化の発生は考えていないことなど、今後の課題として残っている。なお、本研究は文部省科学研究費（重点）の補助を受け、解析にあたっては基礎地盤コンサルタンツ(株)、九工大学生坂西美保子さんの援助を受けた。末筆ながら感謝する次第である。

◆参考文献◆ 1) 清水恵助：東京港地区における自然地盤ならびに埋立地盤の地質工学的研究、1984。2) 建設省：東京湾周辺地帯の地盤、1979。3) 高見之孝：運輸省羽田沖地盤改良工法の現況と展望、基礎工、Vol. 13, No. 8, 1985。4) 安田進・山口勇：種々の不攪乱土における動的変形特性、第20回土質工学研究発表会、1985。