

建設省 工本研究所

荒川 直工

赤金 俊雄

○近藤 益史

建設省 高田工事事務所

常田 賢一

日本技術開発(株)

高松 重則

1. まえがき

今までに数多くの構造物の地震応答解析が行われているが、これらの多くは地盤の液状化を考慮していないものであり、液状化に対する構造物の安全性が問題となっている。本文では、このような実情を鑑みて開港した地盤の液状化を考慮した構造物の地震応答解析プログラム-DYSSIPL-を用いた数値解析を行い、入力地震波およびモデルの違いによる影響を比較検討したので報告する。

2. 解析方法・条件

今回の解析に適用した構造物モデルは、1964年6月の新潟地震で被害を受けた昭和元橋の復旧前後の2ケースを対象とした。復旧前後における橋梁形式の変化は、上部工についてはないものの、下部工は杭本数等が大幅に変化している。入力波形については、南北橋の記録(1978年宮城県沖地震)および観音崎の記録(1974年伊豆半島沖地震)の加速度波形である。入力レベルとしては、それぞれの最大加速度を200galおよび100galとし、作用方向を橋軸方向とした。その他、地盤へ構造物間のバネ値推定法および支承部モデル化に伴うバネ値をそれぞれ変え、これらの影響を調べた。

3. 解析結果

本プログラムによる解析により、地盤の応答および構造物の応答が得られる。地盤の応答値としては、変位、加速度、せん断力、せん断ひずみ、過剰間隙水圧および $\Delta u/\sigma'_v$ の時刻歴応答および最大値の深度分布が出力される。構造物の応答値としては、変位、加速度、地盤のバネ、 $K_e \cdot v / K_{e0}$ および $C_e \cdot v$ の時刻歴応答および最大値が出力される。これらの結果によると、完全液状化($\Delta u/\sigma'_v = 1.0$)した地点については、南北橋・観音崎両形式ともに地表面からGL-10.0m前後までの範囲である。これは、実際の新潟地震における液状化範囲(河床面から約10m以浅)の推定と対比しても、比較的好当なものと考えられる。また、入力波形による相違に

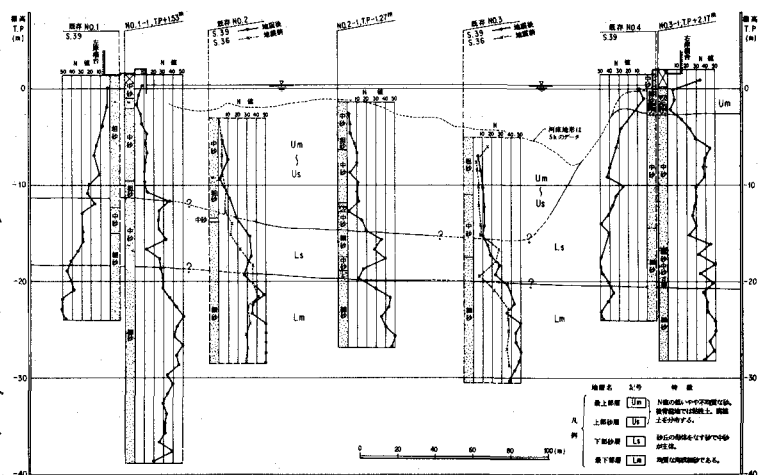


図-1 横断柱状図

表-1 物理定数一覧表

モデル	ケース	断面積 A (m ²)	ρ_c (t/m ³)	マンダラ (t/m ²)	せん断弾性係数 (t/m ²)	ねじり定数 L _s (m)	せん断弾性係数 G (t/m ²)	せん断弾性係数 G (t/m ²)	せん断弾性係数 G (t/m ²)	備考
復旧前	1	31.20	0.0	2.4×10^6	1.04×10^6	0.0	0.0	4.394	工部水牛町	
	2	24.00	"	"	"	"	"	2.000	下野水牛町	
	3	54.00	"	"	"	"	"	22.781	橋台 (A ₁ , A ₂)	
	4	2.63	"	2.1×10^7	8.10×10^6	"	"	0.014	鋼管φ609.6(9本)	
	5	4.79	"	"	"	"	"	0.232	主 柱 間	
	6	4.66	"	"	"	"	"	0.149	側 柱 間	
復旧後	1	60.27	"	2.4×10^6	1.04×10^6	"	"	30.394	A ₁ 橋 台	
	2	4.78	"	2.1×10^7	8.10×10^6	"	"	0.232	主 柱 間	
	3	4.76	"	"	"	"	"	0.149	側 柱 間	
	4	2.63	"	"	"	"	"	0.014	鋼管φ609.6 (9本)	
	5	4.96	"	"	"	"	"	0.625	" (17本)	
	6	5.26	"	"	"	"	"	0.662	" (18本)	
	7	5.55	"	"	"	"	"	0.699	" (19本)	
	8	10.80	"	"	"	"	"	34.330	" (20本)	
	9	72.00	"	2.4×10^6	1.04×10^6	"	"	54.000	工部水牛町(分庫)	
	10	90.53	"	"	"	"	"	107.390	" (分庫)	
	11	39.54	"	"	"	"	"	8.755	A ₂ 橋 台	

つては、両波形についてはほとんど違いはないものの、南北橋波形の方が、 $\Delta u/u_0$ の値がいくらか大きめになっている。次に構造物のたさ値であるが、図一および四に復旧前後の観音崎波形入力における上部工の可動量とソール・プレートとの相対変位量の時間変化を示したものである。この場合、正負の符号のとり方としてソールプレートが固定側に移動する場合を正とし、その反対側に移動する場合を負とした。+100mmは隣接する主桁に衝突する限界を示し、-250mmは主桁が可動部から落ちる限界を示している。この図によれば、復旧前後の両モデルの相対変位は復旧前では正負の制限範囲以上に変位しているものの、復旧後では所々でピーク値は見られるものの、その値は小さくほとんど問題とならない程度といえる。次に入力波形の相違による影響では、復旧前後の両モデルともに観音崎波形を入力した場合の方が大きな値を示している。これは南北橋の波形と観音崎の波形の卓越周期を比べると、観音崎の波形の方が長周期であり、これが構造物の固有振動数に近いことが要因であると考えられる。また、地盤へ構築物間のバネ値推定法および支承部モデル化に伴うバネ値の影響を調べたが、両者ともに影響があまりないと思われる。

4. まとめ

今回の解析では諸種の解析条件を変えてその影響を調べた。しかし、構造モデルの違い以外では、ほとんど差はなかった。ただし、入力波形はその波形の卓越周期と構造物の固有振動数が接近した場合には、入力波形の相違による影響がかなり大となると考えられる。また、今後の解析上の問題点としては、正負の制限範囲以上の変位がいた場合のバネ値の変更を考える必要がある。

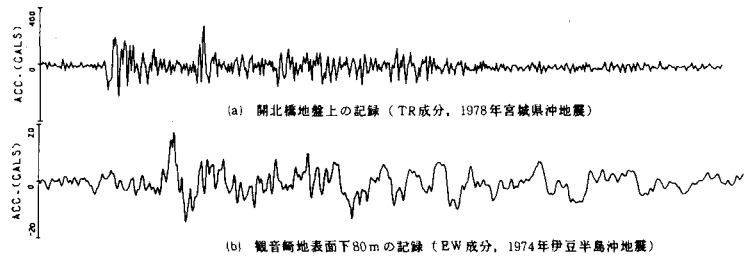


図-2 入力波形

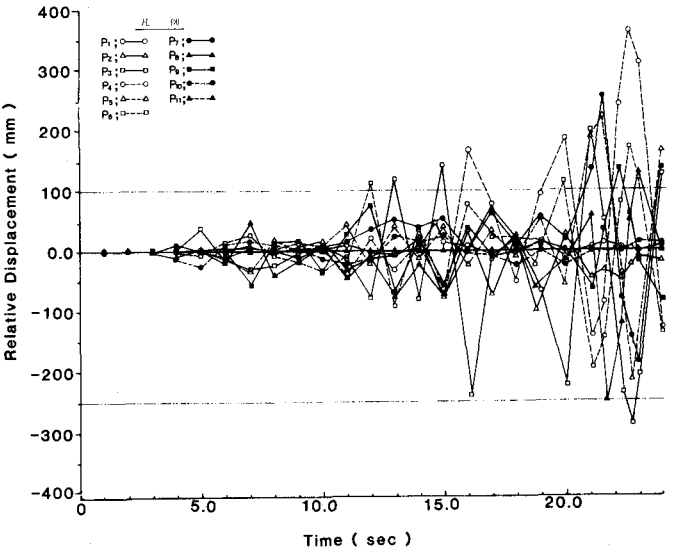


図-3 上部工可動量とソールプレートの相対変位量 (復旧前, 観音崎)

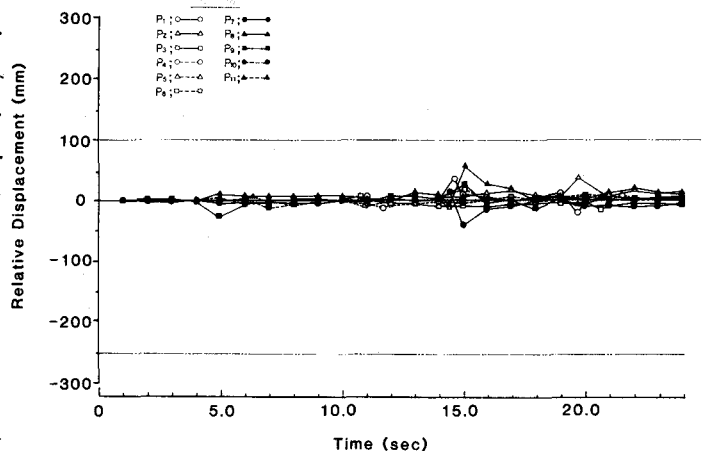


図-4 上部工可動量とソールプレートの相対変位量 (復旧後, 観音崎)

参考文献

- 1) 荒川 常田 水金 近藤 高松: 地盤の液状化を考慮した昭和知大橋の地震応答解析 第17回工質工学研究発表会
- 2) 荒川 常田 水金 近藤 高松: 地盤の液状化を考慮した橋造物の地震応答解析法-DYSSIPL- 工研資料 1813号
- 3) 荒川 常田 水金 近藤 高松: 昭和知大橋における地盤および橋構造の耐震性調査 工研資料 1591号