

I-546 周辺地盤とのすべりを考慮した地中埋設管の地震応答解析

中電技術コンサルタント(株) 正員 ○古川 智
山口大学工学部 正員 三浦 房紀

1. まえがき

現在までの大口径地中埋設管の耐震計算には、主に応答変位法が用いられている。しかし、その重要性から動的解析法によって検討する機会も増加している。また、この種の耐震計算法については、土木学会原子力土木委員会¹⁾による研究においてその適用性が詳細に示されている。

一方、地盤が軟弱であって、管と地盤の間にすべりが生じると考えられる場合には、これを考慮した解析が必要となり、従来から地盤バネ特性に非線形性を仮定した解析がなされている。

本報告は、非常に軟弱な地盤中に敷設される埋設管の地震時挙動を把握する目的で、地盤バネ特性を完全弾塑性モデルとし、すべり抵抗力を変化させた場合の影響について、管に発生する断面力および可とう性継手の伸縮量に着目して検討した。この際、基盤の入力地震動には位相差を考慮した。

2. 解析の概要

解析の対象は、火力発電所の海底放水管 ($\ell = 300\text{m}$, $\phi = 3,800\text{mm}$)であり、放水先端部、護岸捨石部および接合井との取合部の3箇所、可とう性の継手が設けられている。図-1に、埋設管の構造および地盤の構成を示すが、周辺地盤は非常に軟弱な粘土地盤 ($V_s = 50\text{m/s}$)より構成されている。

解析は、FEM複素応答法により求めた地盤の応答を入力地震動として、多入力応答解析²⁾によった。地盤の解析モデルは図-2に示す通りであり、側方を伝達境界とし、下方を地下逸散減衰を考慮した粘性境界とした。埋設管については、図-3のように梁でモデル化し、周辺地盤を地盤バネで表した。入力地震動は、地盤応答計算より求めた管中心軸レベルの各点の変位・速度波形とし、地盤バネを介して管軸方向に水平入力した。

地盤応答計算に用いた入力地震動については、基盤面上での伝播速度 $V = 300, 1000, 3000, \infty\text{m/s}$ の4ケースの入力位相差を考えたが、本報告では、この内、管に発生する断面力が最大となる $V = 3000\text{m/s}$ の場合についてのみ検討する。なお、入

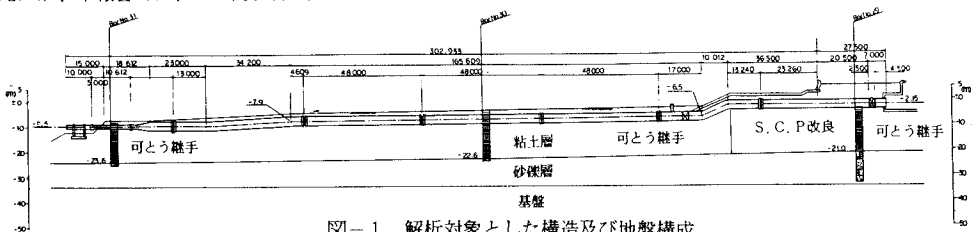


図-1 解析対象とした構造及び地盤構成

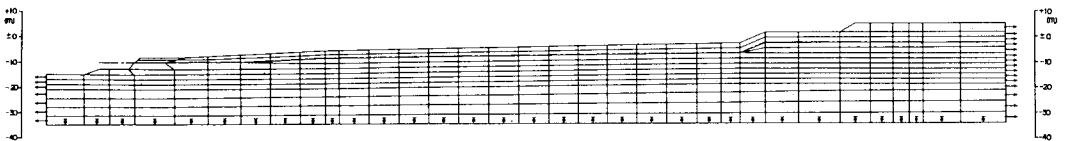


図-2 地盤系モデル

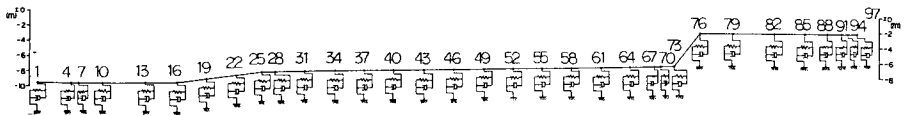


図-3 埋設管系モデル

力波形は、長周期成分の卓越する八戸EW成分を最大加速度 100gal に修正して用いた。その際、管中心レベルでの最大加速度、変位は、150gal、8.25cm となっている。

埋設管と周辺地盤とのすべりについては、管壁に作用する管軸方向のせん断力が、表-1 に示す管と地盤との間のすべり抵抗力を越えるか否かを条件とし、地盤バネを完全弾塑性バネとした。

3. 解析結果

図-4 に埋設管に生じた最大軸力の分布を示す。継手部および節点番号37～49の区間を除くと、ケース1に対しケース2、3、4の軸力の低下は、平均的に20%、30%、40%程度となっている。

図-5 には、ケース4で最大の軸力が生じた節点番号25において、その軸力が発生する時刻での軸力分布および地盤と管との間の相対変位分布を示す。これより、相対変位の小さい所で軸力が大きくなっていることがわかる。図-6 は、この節点の応答履歴図であり、すべり抵抗力 $S=60t$ に設定してある。

表-2 に、3箇所継手部の最大相対変位を示す。なお、許容伸縮量は9cmである。

4. あとがき

今回、対象とした埋設管では、設定したすべり抵抗力に対し20～40%程度の軸力の低下を生じた。また、継手部の伸縮量は許容値内に入っている。

〈参考文献〉

- 1) 土木学会；原子力発電所地質・地盤の調査・試験法および地盤の耐震安定性の評価手法，1985. 8
- 2) 土岐憲三；新体系土工工学11構造物の耐震解析，技報堂出版，1981. 7 PP.171～174

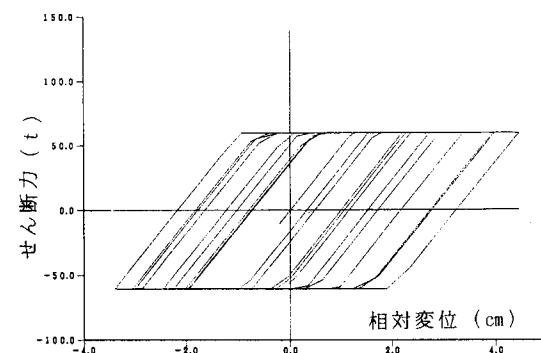


図-6 相対変位 — せん断力履歴図

表-1 すべり抵抗力ケース一覧

ケース	すべり抵抗力 S
1	∞ (線形計算)
2	地盤の静的せん断強度 C
3	$2/3 \cdot C$
4	$1/2 \cdot C$

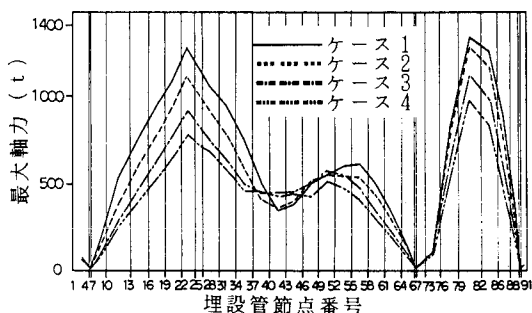


図-4 埋設管に生じる最大軸力の分布

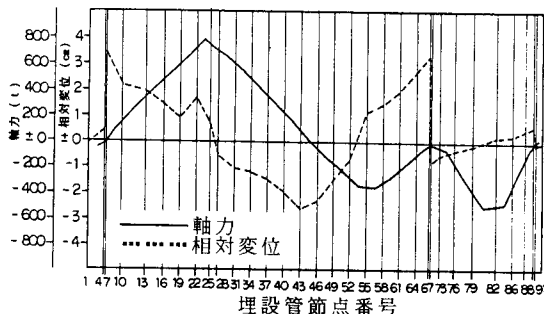


図-5 軸力および地盤と管間の相対変位分布

表-2 可とう性継手の最大相対変位
単位cm

場所 \ ケース	1	2	3	4
放水先端部	3.56	3.67	4.15	3.93
護岸捨石部	4.11	4.15	4.23	4.39
接合井との取合部	1.39	1.49	1.64	1.76