

入力位相差および周辺地盤とのすべりを考慮した地中埋設管の地震時挙動

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、軟質な地盤中に敷設される地中埋設管の耐震性に関する検討は、その地震時挙動が充分解明されていないため、重要な課題となっている。この種の耐震計算法としては一般に応答変位法が用いられているが、土木学会原子力土木委員会¹⁾による研究においては、動的解析法の適用性についても詳細に示されている。

本報告では、地中埋設管の地震時挙動を解析する場合に、1) 入力位相差を考慮した場合、2) 埋設管と周辺地盤とのすべりを考慮した場合のそれぞれの影響について検討した。

2. 解析の概要

解析の対象は、火力発電所取放水設備の海底放水管 ($l=300\text{m}$, $\phi=3,800\text{mm}$) であり、放水先端部、護岸捨石部および接合部との取合部の3箇所にて、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入力した。

2地点間の位相差は、地盤応答計算において基盤面上での伝播速度 $V=300, 1000, 3000, \infty \text{ m/s}$ の4ケースについて計算した。なお、 $V=\infty$ は、位相差なしのケースである。入力波形は、長周期成分の卓越する十勝沖地震の八戸EW成分を用いた。

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管と地盤との間のすべり抵抗力(地盤のせん断強度を仮定)を超えるか否かをすべりの条件とし、地盤バネを完全弾塑性バネとした。

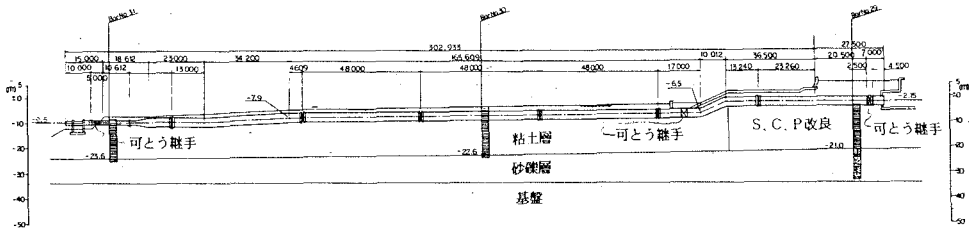


図-1 解析対象とした構造及び地盤構成

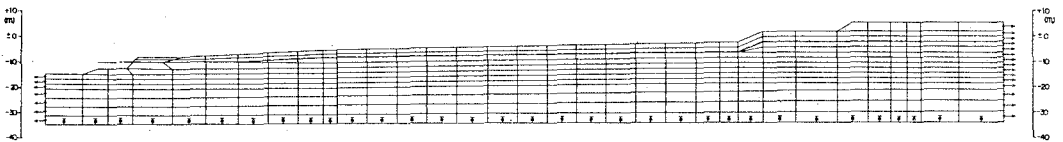


図-2 地盤系モデル

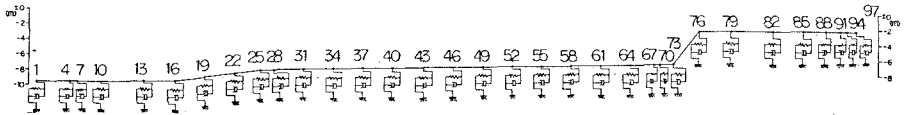


図-3 埋設管系モデル

3. 解析結果

1) 入力位相差が地盤の最大応答変位に及ぼす影響

図-4に示すように、応答変位は $V = \infty$ m/s の場合が最も大きく、波動伝播速度が小さくなるにしたがって減少している。

2) 周辺地盤とのすべりの影響

図-5に、 $V = \infty, 3000$ m/s の場合の地盤と埋設管との間の最大相対変位分布を示す。これより、すべりを考慮した場合には、考慮しない場合に比べ、相対変位は増加している。しかし、図-6に示すように埋設管に生じる最大軸力の分布は、逆に低下している。

$V = \infty$ m/s の場合に相対変位の最も大きくなっている節点番号37の応答履歴図を、図-7に示す。この節点では、すべり抵抗力 $S = 186$ tに設定してある。

3) 入力位相差が埋設管の発生最大軸力に与える影響

入力位相差および周辺地盤とのすべりを考慮した場合に、埋設管に生じる最大軸力の分布を図-8に示す。これよりすべりを考慮した場合でも入力位相差を考慮することによって生じる断面力は、考えない場合の2倍にもなっていることがわかる。

4. あとがき

解析の結果、すべりを考慮した場合でも入力位相差を考慮すると、断面力等の応答値に大きな影響があることがわかった。したがって、今後地震観測調査等によって位相速度を明らかにすることは重要であると思われる。

〈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；新体系土木工学11構造物の耐震解析，技報堂出版，1981. 7 PP. 171 ~ 174

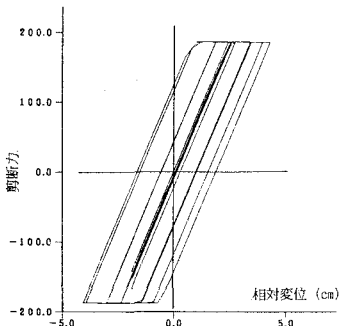


図-7 相対変位-剪断力履歴図

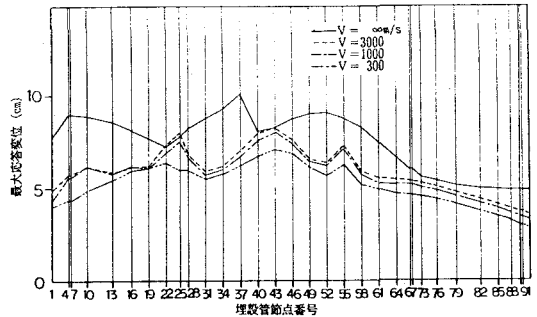


図-4 地盤の最大応答変位分布

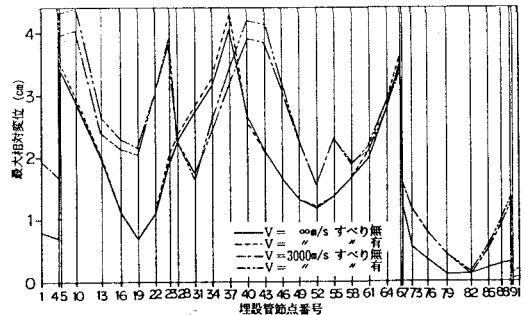


図-5 地盤~埋設管間最大相対変位分布

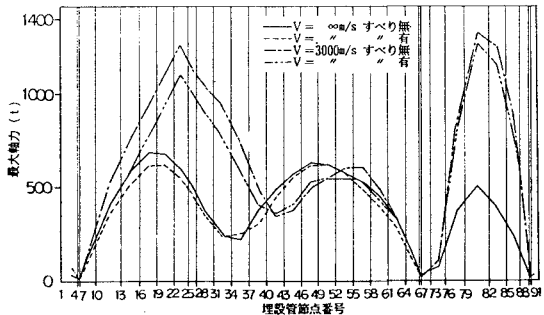


図-6 埋設管に生じる最大軸力の分布 (周辺地盤とのすべりの影響)

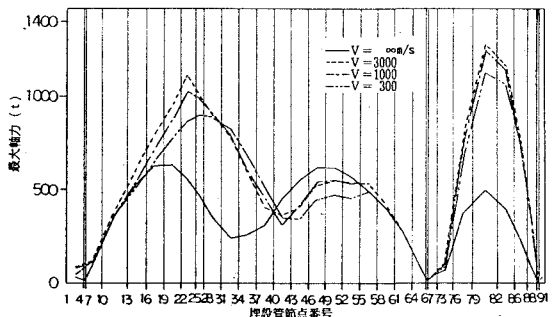


図-8 埋設管に生じる最大軸力の分布 (入力位相差の影響)