

VI-143

二重鋼管杭を用いた構造物の振動遮断工法

（その1 工法概要・水平抵抗特性の検討）

J R 東日本 正会員 海野 隆哉

NKK 正会員 南部 俊彦

NKK 正会員 関口 宏二

NKK 篠原 敏雄

1. はじめに

現在、軌道から地盤を介して線路上空建物へ伝播する列車振動を遮断する工法として、二重鋼管杭を用いた振動遮断工法を開発している。本報告では、工法の概要および二重鋼管杭の地震時水平抵抗特性に関する数値解析の結果について述べる。

2. 工法概要

本基礎杭は図1に示すように、耐震場所打鋼管コンクリート杭（内管）の上部に、鋼管（外管）を同心円状に配置し、内管頭部にストッパーを設け外管との間に一定のクリアランス（以下、「ギャップ」と称す）を確保した構造形式である。したがって、常時には、この内管と外管の間の空隙により地盤と構造物間の振動の伝達が低減される。また、地震時に杭が水平力を受けた場合には、内管が外管に接することで地盤反力が内管に伝達され基礎杭の安全性が確保される。

3. 杭の水平抵抗の数値解析

本工法では内管と外管の間に杭頭から数mにわたり空間を設けているため、上部工に地震慣性力が作用した場合、ギャップ幅が杭体の力学的特性におよぼす影響が問題となる。このため、本解析においては内管と外管のギャップ幅を考慮した解析を実施した。

3. 1 解析手法

解析手法としては、バネ～梁系の非線形FEM解析プログラムを用いた。地盤は「線路上空利用建築物構造設計指針」¹⁾（以下「設計指針」と称す）に基づき弾塑性型（バイリニア）のバネ要素、柱・杭および外管は線形梁要素とし、ストッパーと外管の接触・非接触を表す要素としては、図2に示すバネ特性の要素とした。非線形の解析手法としては荷重増分法を採用しており、今回の解析では全荷重を100分割して与えた。

3. 2 地盤条件

解析地盤は図3に示すように3種類の地盤を対象とした。A地盤は均一な砂質地盤、B地盤は均一な粘土

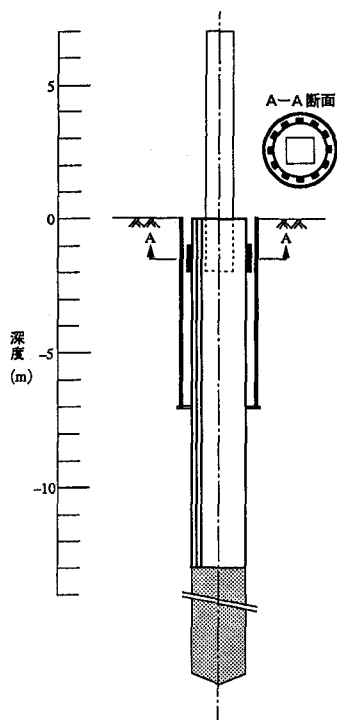


図1 工法概要図

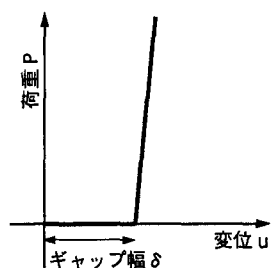


図2 ギャップ要素特性

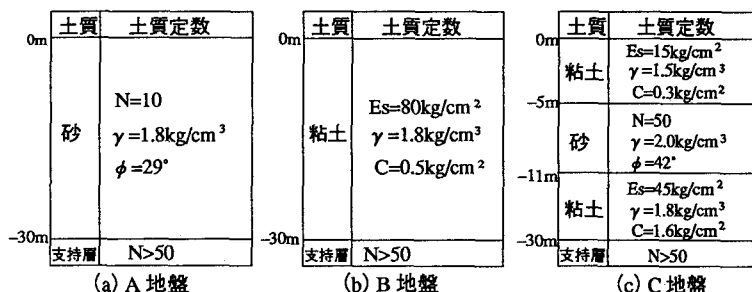


図3 解析地盤

地盤、C地盤は互層地盤であり、支持層の深さはいずれの場合も-30m以深とした。

3. 3 解析モデル

ある駅ビルの設計図書を参考にし、図4に示す構造モデルを設定した。図4(a)は通常の耐震場所打鋼管コンクリート杭（以下、無処理杭と称す）の解析モデルであり、図4(b)は二重鋼管杭の解析モデルである。本解析では、場所打鋼管コンクリート杭の鋼管長は10m、外管長は7mとし、外管の剛性としては全断面有効とした。また、杭先端の境界条件としては回転拘束とし、柱頭載荷荷重は水平力130tf、曲げモーメント550tf・mとした。

3. 4 解析結果

図5にギャップ幅と杭頭変位の関係を、また、図6にギャップ幅と第一層目の層間変形角の関係を示す。両図から「設計指針」による杭頭変位の制限値（杭径の2%）および層間変形角の制限値（1/200）内に収まるのはギャップ幅が2～3cm程度の場合であることがわかる。

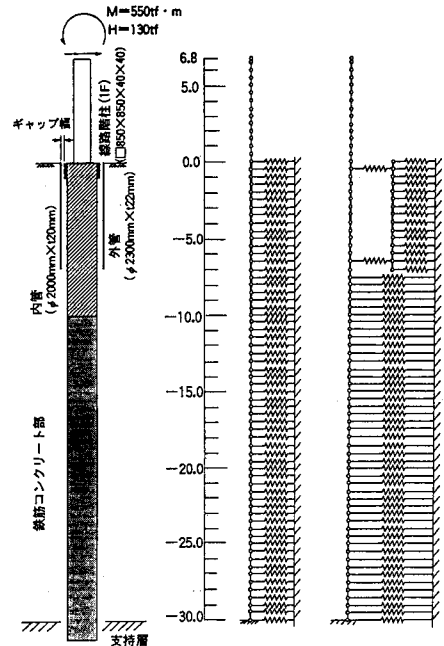
図7および図8はギャップ幅と杭および外管の最大曲げモーメントの関係を示すものである。両図より、ギャップ幅が大きくなるほど杭で受け持つ荷重が大きくなり、外管へ作用する水平力が小さくなることからわかる。また、杭体の最大曲げモーメントは許容設計値（ $M=1329 \text{ tf}\cdot\text{m}$ ）内であり、外管に働く最大曲げモーメントの大きさは、杭体に対して比較的小さいことがわかる。

4. まとめ

振動遮断工法として二重鋼管杭を用いるときに懸念される杭の地震時の水平抵抗性能について、数値解析により検討したところ、杭体と外管の間に適切なギャップ幅を設ければ、現行の設計指針においても二重鋼管杭の設計は十分可能であることがわかった。

【参考文献】

1)線路上空利用建築物設計法検討委員会：線路上空建築物構造設計指針(1990)。



(a)無処理杭 (b)二重鋼管杭

図4 解析モデル

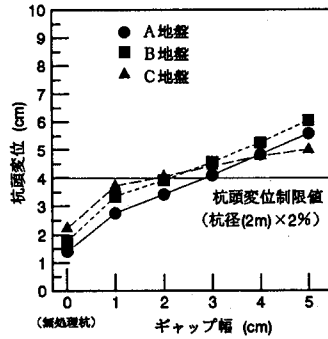


図5 杭頭変位

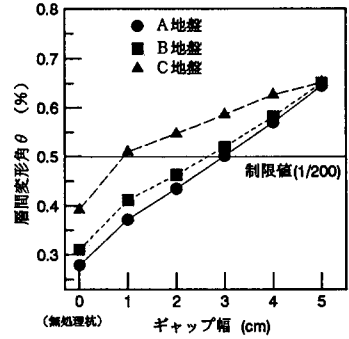


図6 層間変形角

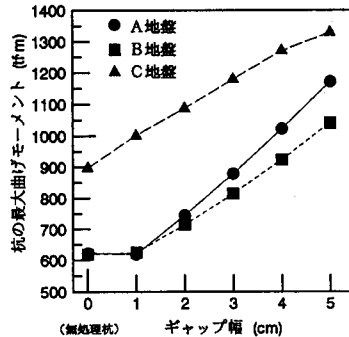


図7 杭の最大曲げモーメント

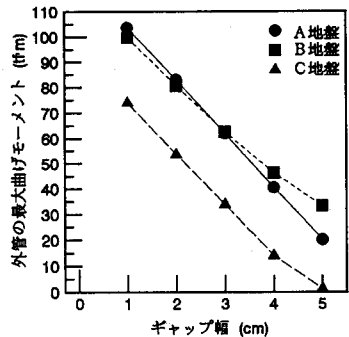


図8 外管の最大曲げモーメント