

III-483

継手のない地中連続壁(壁杭)基礎の設計法に関する研究(その3:外力の作用方向)

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 谷脇康生  
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 中村兵次

§ 1. はじめに

地中連続壁剛体基礎は近年、長大橋梁等の大型基礎として多用されつつあるが、その構造上、連壁同志を相互に連結する鉛直方向継手が必要であり、これが経済性・施工性等の面から弱点となっている。

本研究は、連壁剛体基礎の継手を無くすことにより、この弱点を無くし(すなわち、壁杭を用いる)、連壁基礎の用途を広げようとするものである。

従来の研究成果として、壁杭基礎の構造計算プログラムを作成し、連壁剛体基礎の実物試験結果と、これと同一形状の壁杭基礎の構造計算結果を比較し、壁杭基礎が実用化可能であることを確認した(その1)。

次に、壁杭基礎の模型実験結果と模型の構造計算結果を比較し、構造計算プログラムの妥当性を確認した(その2)。

ここでは、壁杭が、作用外力に対して方向性を持つことから、3次元FEM弾性解析により、作用外力の方向に対する壁杭周辺地盤の塑性化状態・壁杭の応力状態を把握し、壁杭基礎の実用化を図ろうとするものである。

§ 2. 検討内容

① 直交方向外力と斜め方向外力による壁杭周辺地盤の塑性化状態の把握

水平方向荷重により、壁杭境界付近の地盤が塑性化することが考えられる。このため、直交方向と斜め方向の外力に対して、これを把握する。

② 直交方向外力 $\theta=0^\circ$ と斜め方向外力 $\theta=45^\circ$ による壁杭の「曲げとねじり」によるせん断応力度の把握

壁杭は、水平荷重に対して周辺地盤による曲げせん断を受けるとともに、壁杭の外側と内側の地盤のせん断力の差によりねじりせん断を受ける。両者とも、壁杭の水平断面に作用する応力であり、壁杭側壁外側中心線においては合成され大きな値となることから、これを把握する。

§ 3. 構造計算モデル

本研究に使用した3次元FEMモデルの形状と地盤条件を図-1に示す。水平方向荷重に対する境界の影響をなくすため、水平方向の領域は頂版幅の7倍とし、鉛直方向については節点数(3200)の制限より基礎長の0.3倍とした。荷重の作用方向による影響に対して簡単のため壁杭

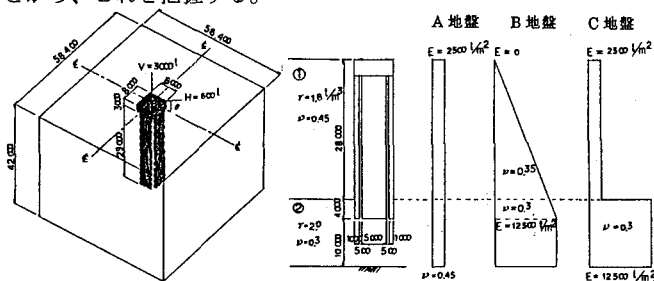


図-1 構造モデルと地盤条件

頂版は正方形とした。地盤は、砂を対象としたB地盤、粘土を対象としたA、C地盤の3条件とした。A地盤は本基礎の用途としては考えられないため、壁杭のせん断応力度の検討についてのみ使用した。

作用外力は、阪神高速道路東大阪インターチェンジ橋脚(連壁基礎 6.5m x 4.5m x 34.5m)の水平方向載荷試験荷重 $H=600t$ を参考とし、鉛直荷重は、水平震度を0.2として、 $V=3000t$ とした。(設計荷重 $H=330t$ ,  $V=1360t$ の約2倍)

§ 4. 解析結果

(1) 地盤の八面体せん断応力度  $\tau_{oct}$

水平方向断面の地盤の最大せん断応力度は、図-2に示すように、壁杭直交方向外力に対しては前壁と側壁の隅角部外側 a b, 斜め方向外力に対しては前方側壁の隅角部外側 c d の位置に発生している。

水平面内のせん断応力度の分布状況を見ると、内側より外側の値が大きく、荷重に対して壁杭開口部前方が大きい。この傾向は深さによらず同じであり、最大値の発生位置、あるいは分布状況は一致している。

最大値の深さ方向分布（図-3）によると、B地盤は、壁杭下端で $11\text{ t/m}^2$ 、C地盤では $5\text{ t/m}^2$ であり、地盤は塑性化しないと考えられ、また、壁杭最下端部（ $28.0\sim 32.0\text{ m}$ ）の値は、図に明示していないが、 $15.1\sim 17.2\text{ t/m}^2$ であり、塑性化しない。C地盤の頂版外側付近では、急激に増加しているが、 $2\text{ t/m}^2$ 程度であり、地盤の十分支持しうる範囲と考えられる。外力の作用方向による影響については、直交方向、斜め方向とも同程度の値を示している。

(2) 壁杭の水平断面における最大せん断応力度 $\tau_{zx}$

壁杭側壁に発生する外側と内側のせん断応力度の分布及び前壁の前後面の値を図-4に示す。

これによると、壁杭の最大せん断応力度は、直交方向外力に対して、 $\tau_{zx} = 5.2\sim 3.5\text{ kg/cm}^2$ 程度であり、前壁は、荷重作用方向の要素分割がないために、平均値となっているが、 $0.8\text{ kg/cm}^2$ 程度と側壁の $1/5$ である。この最大値は、頂版付近の地盤の弾性係数の小さいB地盤が、A、C地盤より50%程度大きく、A、Cより低い位置に発生している。

荷重の作用方向については、斜め方向外力の値は、直交方向の値を越えない。

壁杭側壁中央部の外側と内側のせん断応力度の平均値とその差より「曲げとねじり」によるせん断応力度を求めると、曲げせん断応力度は $3.9\sim 2.3\text{ kg/cm}^2$ 、ねじりせん断応力度は $0.7\sim 1.3\text{ kg/cm}^2$ と、曲げ値の25%~60%がねじり値となっている。なお、同図の反対側の図は、作用荷重に対して対称のため省略した。

§5. おわりに

3次元FEM解析により、壁杭周辺地盤のせん断応力を地盤が十分支持できること、周辺地盤に局部的に大きなせん断応力度が発生しないことから、壁杭は、相互の位置関係を保持でき、壁杭の前後壁は均等に荷重を受け持ちうること、壁杭本体は、「曲げとねじり」によるせん断応力に対して耐えうるということがわかった。従って、壁杭基礎は十分構造体として成り立ちうるということがわかり、今後、実用化に向けて、大型模型実験を行っていく予定である。

参考文献 1) 林一朗、中村兵次；「継手のない地中連続壁基礎の設計法に関する研究」、『第42回土木学会年次学術講演会講演概要集第3部』 1987年9月  
 2) 林一朗、中村兵次；「継手のない地中連続壁基礎の設計法に関する研究」、『第44回土木学会年次学術講演会講演概要集第3部』 1989年10月

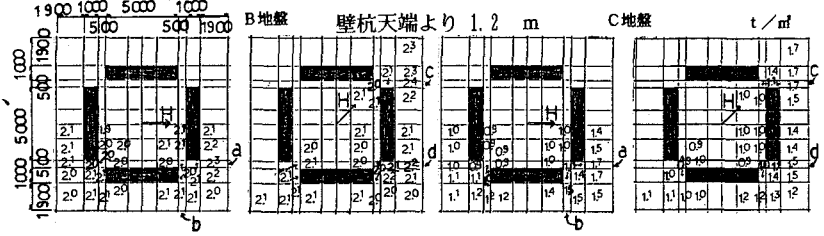


図-2 壁杭周辺地盤の八面体せん断応力度の分布  $\tau_{oct}$

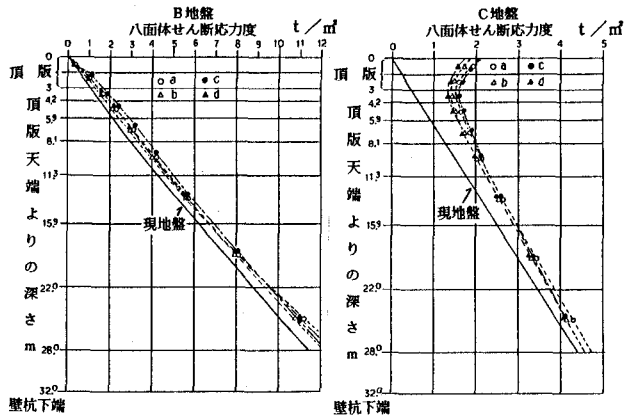


図-3 地盤の最大八面体せん断応力度の深さ方向分布

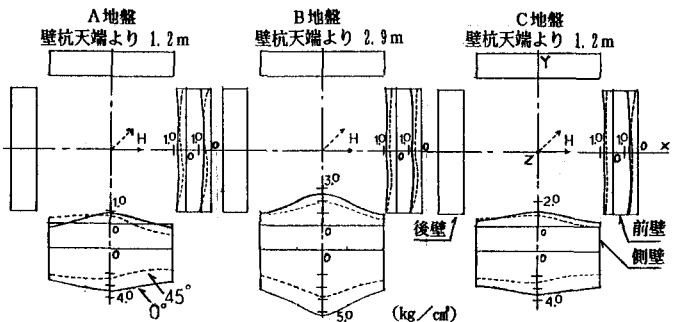


図-4 壁杭本体のせん断応力度の分布  $\tau_{zx}$