

青谷高架橋におけるプレロードの効果と基礎杭の設計

(株) ウエスコ 正会員 奥村智洋
同 上 正会員 野口真一
同 上 正会員 ○小林 徹

1. はじめに

青谷高架橋 A2 橋台背面では、軟弱地盤上に約 4 m の盛土が計画されている。このため地盤の圧密沈下促進を目的に、現在プレロード工法により盛土が施工されている。当初 A2 橋台では、地盤の変形係数として元地盤の値を用い杭の設計を行ったが、橋台位置でのボーリング調査により地盤強度の増加が確認されたため、強度増加を考慮した杭基礎の再設計を試みた。また、設計に用いる変形係数の妥当性について、有限要素法による数値解析を行い検討した。

2. 計画地周辺の地盤状況及び設計概要

橋梁計画地周辺の地盤状況は、現地盤面より 15m～20m の深さまで軟弱な粘土層が存在する。図-1 の○及び×は孔内水平載荷試験及び一軸圧縮試験より求められた元地盤の変形係数を示している。孔内水平載荷試験による変形係数は $40 \sim 60 \text{ N/cm}^2$ と非常に低い値となっている。当初の設計では、これらのデータを元に地盤の変形係数を 40 N/cm^2 と設定し、鋼管杭中掘工法基礎の計算を行った。その結果、斜杭 1 列を含む 21 本の杭が必要であった。(図-2)

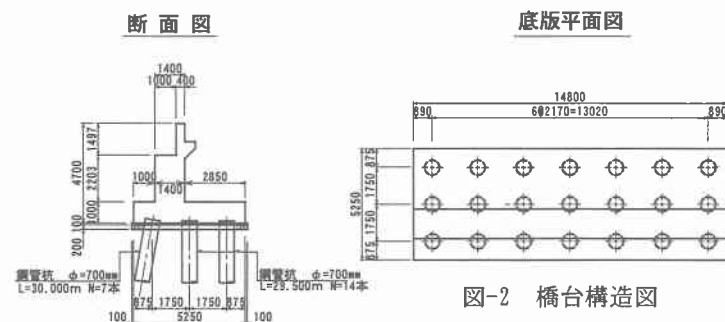


図-2 橋台構造図

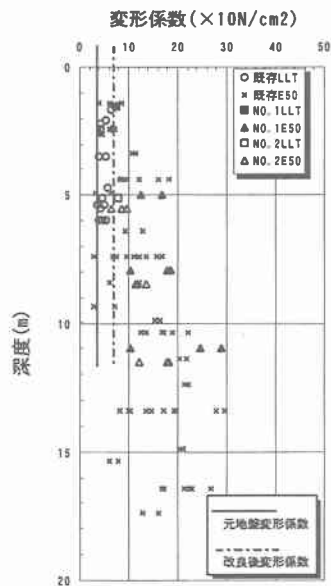


図-1 変形係数集積図

3. 改良地盤の評価手法及び地盤のモデル化

橋台杭基礎の設計にあたって、プレロードによる地盤の強度増加を把握するため、ボーリング調査による強度増加の確認を 2ヶ所 (NO.1、NO.2) で実施した。その結果、孔内水平載荷試験で求められた変形係数の増加が確認されたため、設計には NO.1 の値 ($E=76 \text{ N/cm}^2$) を採用した。一般に杭頭付近の地盤の変形に、どの範囲までの地盤の物性値が関与するかは明確でない。通常軟弱な地盤の下端より 45 度の範囲の影響線 (破壊崩落線) と旧地表面の交点までの範囲を影響範囲として判断するケースが多い。今回の採用値はこの影響範囲の端部位置での値をとっており、一般的な概念からは杭基礎の設計値として妥当であると考えられる。

本件ではこの妥当性を検証するため、FEMによる弾性解析を行い、P20 橋脚より起点側の粘土層の変形係数が元地盤の 40 N/cm^2 で

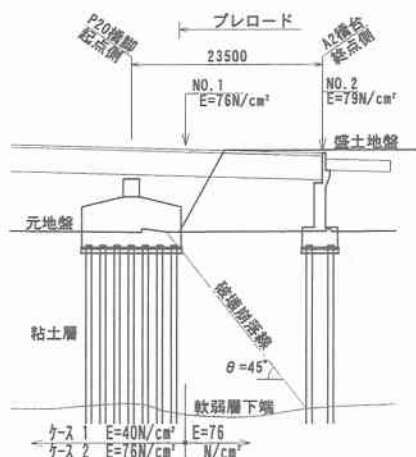


図-3 模式図

あるとする場合と、すべて、設計採用値 $76\text{N}/\text{cm}^2$ であるとする場合の着目点での変位を比較し、その違いが若干であれば問題ないと考えた（図-3）。

解析は、以下に示す2ケースで行った。

ケース 1 粘性土の変形係数が $E=76\text{N}/\text{cm}^2$ と $E=40\text{N}/\text{cm}^2$ の2層とした場合。

ケース 2 粘性土の変形係数が $E=76\text{N}/\text{cm}^2$ の1層とした場合。

ここで解析にあたっての条件として、橋台の杭頭に許容値である 1.5cm の変位が発生した場合での周辺に及ぼす影響をみることにした。従って、解析は杭頭に 1.5cm の変位を与える強制変位法とした。図-4に要素分割図を示す。

4. 結果と考察

強制変位を与えた際の、橋台底面レベルにおけるP20橋脚側各任意点の水平変位、鉛直変位量の変位図を図-5に示す。

変位推移状況は、水平変位は橋台からP20橋脚の間で橋台から離れるにつれて放物線状に値が減衰し、橋脚部ではほぼ一定値を示し、橋脚から離れるにつれて再び減衰してゆく傾向を示す。このように橋台で発生した変位の影響はP20橋脚付近、距離にして15~16mまでが影響度の大きい範囲といえる。

次にケース1とケース2のそれぞれの変位を対比すると、P20橋脚を離れると若干の差はみられるが、その差は小さくほとんど差異はみられないことがわかる。P20橋脚の橋台側端部でのケース1とケース2の変位比率（強制変位 1.5cm に対する発生変位の比）を抽出すると、それぞれ69.4%と65.2%でありその差は約4%と小さい。さらに前述したように、橋台で発生した変形は約15mの距離にあるP20橋脚付近までは放物線状で減衰し、それ以降は緩やかに減衰してゆく傾向を示した。このときの変形量は小さいため弾性領域内での変形であると考えられ、理論上は完全に0にはならず、かなり距離が離れても数値の上では変形の影響を受けることとなる。しかし、大きく影響を受ける範囲を限定すると、変形量が放物線状に減衰しているP20橋脚までの範囲であると考えられる。従って、橋台ではP20橋脚より起点側の地盤の影響はあまり受けないと判断される。以上より、橋台杭基礎の設計で採用した変形係数は妥当であると考えられる。

5. おわりに

FEM解析によって、橋台に発生した変位の影響範囲を把握することにより、強度増加した地盤定数の妥当性を検証した。これにより強度増加を見込んで杭の設計ができ、また土圧軽減工法（水砕スラグを使用）を併用することで、図-6に示すように杭配置が改善された。今後は、上部工慣性力等の影響を検討していきたいと考えている。

【参考文献】一般県道依原青谷線道路改良工事「うち土質調査委託」報告書 平成11年2月 鳥取土木事務所、(株)ウエスコ

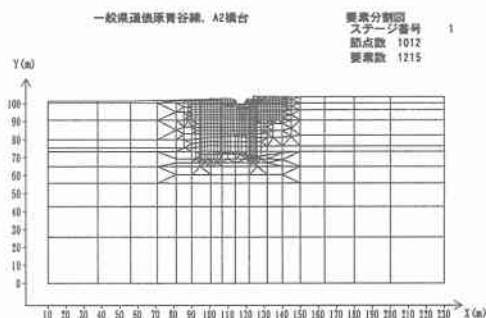


図-4 要素分割図

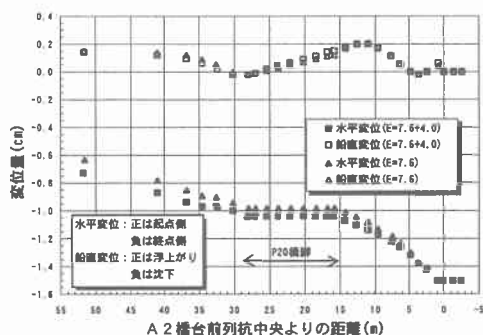


図-5 変位図

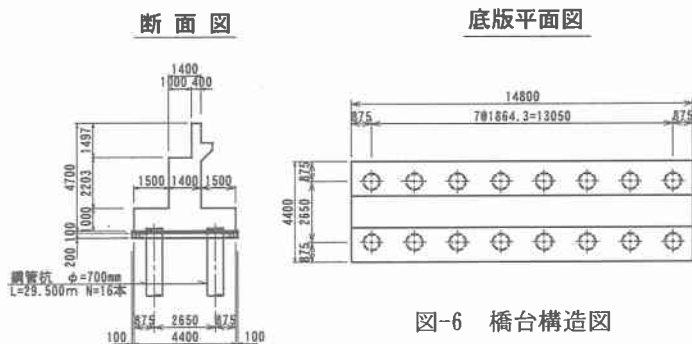


図-6 橋台構造図