

III-804

構造物基礎としてのソイルセメントコラムの支持力に関する現場実験

佐賀大学 工学系研究科 ○学 永池 誠一
 西日本鉄道(株) 北垣 久兄之
 (株)西鉄土木 大淵 充博
 同上 鶴田 浩幸

1. はじめに 構造物築造に際して、地盤によっては杭基礎や直接基礎等では問題を生じることがあり、その代替工法として、ソイルセメントコラム工法による地盤改良の事例が増えつつある。本報告は、西鉄大牟田線柳川駅改築に伴う地盤改良においてエポコラム工法を適用した結果について述べるものである。

2. 概要 エポコラム工法は、現位置土とセメント系固化材とを機械攪拌してソイルセメントコラムを築造するものであるが、羽根切り作用による混合だけでなく、回転翼のすれ違いによる練り込み作用による混練が可能である。また、翼中で固化材スラリーを側面吐出することにより固化材のアップフロー現象を防止できること、連続コラム築造時のラッピング部分の改良効果を改善することなどの工夫もなされている。現位置地盤は筑後川による臨海沖積低地で、沖積層の上位はシルト、下位は細砂を主体とした粘土を混じえた軟弱層であり、今回は上位のシルト層を対象に地盤改良を行った。主な設計値は、改良コラム長 $L_c=11.8\text{m}$ 、コラム径 $D=1.3\sim 1.5\text{m}$ 、設計強度 $=9.5\text{kg/cm}^2$ (現場平均強度 $q_{uf}=19.0\text{kg/cm}^2$)、固化材配合量 $=250\text{kg/m}^3$ 、水セメ

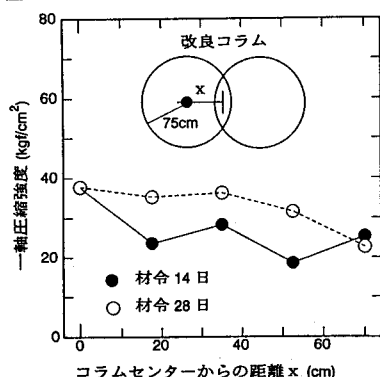


図-1. 改良コラムの面的強度分布

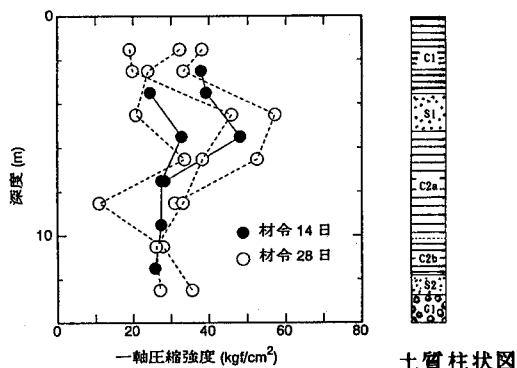


図-2. 改良コラムの深度方向分布

ント比=100%である。打設されたコラムの強度発現を確認するために所定日数経過後にボーリングコアを採取し、一軸圧縮試験により特性評価を行った。

3. チェックボーリングによるコラム強度の評価 主な目的は、設計強度を越える強度発現とラッピング部の改良状態の確認である。面的強度分布は図-1に示すように、材令14日ではばらつきを生じているが、材令28日では比較的近い値を示している。特にラッピング部においてはコラムセンター付近強度の64%程度の低下にとどまっている。また、深度方向強度分布は図-2に示すように、深度8m以浅では設計強度を十分上まわり、それ以後で低下する傾向を示している箇所があるが、全体的に設計強度を上まわっている。図-3に、ボーリング供試体の応力-ひずみ関係を示す。

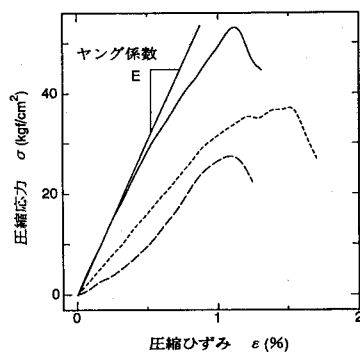


図-3 応力-ひずみ曲線

4. 改良コラムの載荷試験 試験コラムの鉛直載荷試験は、図-4に示す装置で土質工学会基準のA-多サイクル方式で行った。結果について図-5に示すが、最大荷重120(tf)に至るまで弾性的挙動を示し、試験荷重範囲において降伏荷重に至らなかった。このことから、改良コラムは設計支持力を十分に上まわることが確認できた。このように、試験荷重範囲においては極限荷重に達しなかったため、ここでは最大荷重を降伏荷重とみなし、所定の安全率で除して長期許容支持力を求めた。一般に、長期許容支持力は降伏荷重の1/2、極限荷重の1/3と見積られるので、極限荷重は180(tf)以上であると推定される。

コラム頭部の変位量は図-5に見られるように、120tfに対して4.35mmとかなり小さな値であった。現場コラム強度が室内強度の1~2倍と大きい値を示したと併せて考えると、現場で配合された固化材量が実際には設計量より多かったことが考えられる。例えば、直径1.5m、長さ12.6mのコラム造成に対して設計スラリー量7700ℓ、実際注入スラリー量7800ℓであったが、スラリーの注入によって土の一部が排除される関係で実際配合量が高くなると思われる。また、マス状のコラム中では水和熱による温度上昇が生じると考え、このことも現場強度上昇の一因と考えられる。

5. 改良コラムの支持機構に関する考察 コラム頭部に作用する荷重は、周面支持力により支えられ、残りが先端部に伝わると仮定して検討を行う。周面支持力の算定には $\tau = C + \sigma \tan \phi$ を用いて各層毎に算定し、それらの和より41.8tfを得た。先端支持力は $R_p = q_p \cdot A_c = (15 \cdot N \text{値}) \cdot A_c \text{ (tf)}$ より、数値(N値=30, $A_c = 1.33\text{m}^2$)を

代入して約600tfとなる。載荷荷重120tfから周面支持力41.8tfを差し引いた値78.2tfは上記の地盤支持力より十分に小さく問題ない。周面支持力によって低減された各層毎の伝搬荷重を考え、供試体のヤング係数Eに基づいて各層毎に変位量を算定した。その結果、最大荷重120tfに対して22.6mmと算定され、実測値に比べて大きな値となった。これは、コラム周辺に固化材の溶出による余分の固化領域が形成されたことも一因であると思われる。他の要因として、ヤング係数の評価に際して、拘束圧の影響を考慮していないことが考えられる。これらの問題については今後検討を進めていきたい。

6. まとめ 以上の検討結果より次のことがいえる。

- 1) 改良コラムの半径方向の強度分布に関して、ラッピング部の強度はコラムセンター付近の強度の64%程度であり、コラム半径方向の強度分布は比較的良好な均一性を示すことが確認された。
- 2) 試験コラムに対して載荷試験を行った結果、120tfの荷重に対してコラム頭部の変位量は4.35mmであり、設計支持力は十分にクリアーしている。
- 3) 現場コラムの強度は室内配合試験の結果より高かったが、これは実際に注入したスラリー量が排土の関係で多くなったこと、土中でのコラム温度が水和熱で高くなったこと、などが関与していると思われる。

謝辞 本報告の作成にあたっては、佐賀大学理工学部の三浦哲彦教授にご指導をいただいた。また、本実験の機会を与えていただいた西日本鉄道（株）建機営業部部長の伊藤公明氏、ならびにご協力いただいた関係各位に感謝の意を表します。

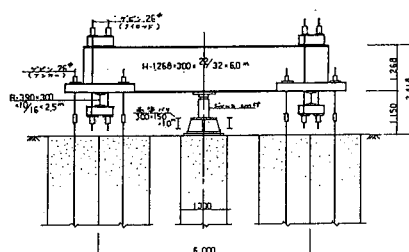


図-4 試験装置図

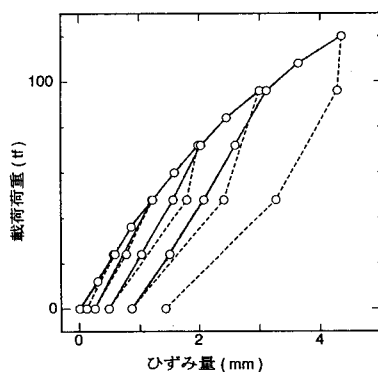


図-5 荷重～変位量関係