

III-516

浅層改良工実規模載荷試験の報告

阪神高速道路公団大阪第三建設部

江原 武

同 上 正会員 ○高田晴夫

同 上 正会員 生田正洋

日本工営(株)大阪支店 正会員 埴原 強

同 上 岡本 悟

1. はじめに

淀川左岸線正蓮寺川工区は、一級河川正蓮寺川の河床のヘドロ層を浅層改良工で陸上化したのち、そこを開削工法により掘削構造あるいはトンネル構造で高速道路を建設するものである。ヘドロは河川内に最大 7 m 程度堆積しており、将来掘削の対象となる個所は全層を、その対象にならない個所は表層 3m のみを $q_u = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ 以上に改良する方針で工事を進めている。改良厚、改良強度は工事で使用する深層改良マシンの施工時の地盤反力に対して、改良層と未改良層の支持力を Terzaghi の支持力式を用いて検討し決定したものである。今回のような上層が強くて下層が弱い二層地盤の支持力算定式については基礎の周辺に沿ったパンチング破壊が想定されているようであるが^{1) 2)}、筆者らの知る範囲では現場で確認された事例はない。今回このような地盤上で実規模の載荷試験を行い、破壊時の地盤の挙動、地中の応力等の計測を実施し、破壊モードについて検討した結果を報告する。

2. 実験概要

実験地盤は、図-1 に示すように 3m 改良、4m 未改良の二層地盤である。分散角を考慮し、実験対象範囲は $10\text{m} \times 10\text{m}$ とした。載荷盤は $75\text{cm} \times 150\text{cm}$ の矩形の RC 構造で、施工重機のクローラー寸法を考慮して決定した。荷重は 5t きざみで最大 90t まで 5 サイクルで載荷した。計測は載荷盤の沈下の他に、地表面・地中沈下、地中土圧、地中水圧などについて行った。確認した改良ヘドロ、未改良ヘドロの強度はそれぞれ $q_u = 1.6 \text{ kgf/cm}^2$, $q_u = 0.2 \text{ kgf/cm}^2$ であった。

3. 実験結果と考察

図-2 に、載荷重と地盤沈下の関係を示す。A 列に着目すると、載荷盤は荷重の増加とともに地盤内に貫入され、90tf 載荷時の沈下は 40cm に達した。この沈下のほとんどは圧密沈下であると考えている。載荷盤以外の改良層の沈下は、載荷盤からの距離によって値は異なるが、載荷重 65tf まではそれぞれの個所で深度方向にはほぼ同一の沈下を示している。しかし、載荷重が 65tf 以上になると、載荷盤から遠い個所では改良層の下端の沈下のみが増加していくのに対して、載荷盤の近傍では改良層の中央および下端の沈下が増加している。一方、未改良層の沈下は一貫して改良層の沈下に比べて小さく、65tf 以降載荷盤の直下のみが急増している。以上より実験における破壊荷重は 65tf と判断した。図-3、図-4 は破壊荷重前後の地中

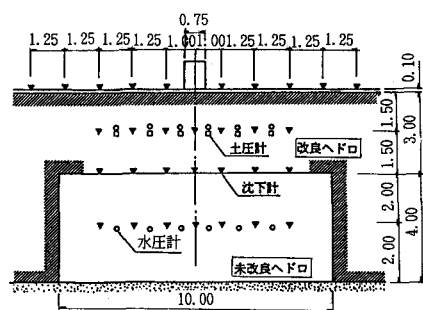


図-1 載荷試験断面図

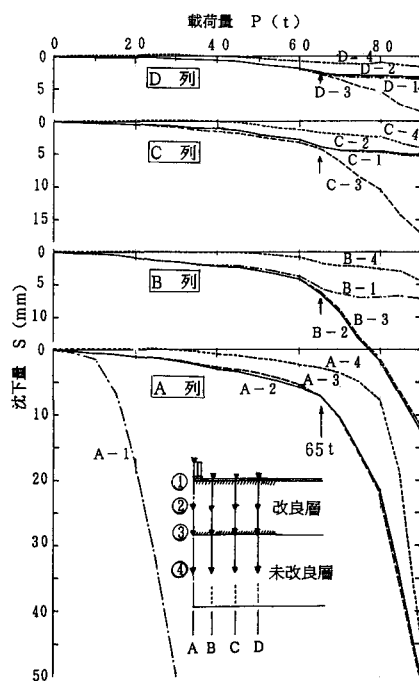


図-2 地表面・地中沈下の挙動

沈下、地中間隙水圧の分布を示したものである。図-3によると地中沈下は破壊荷重以前は下に凸のなめらかな形状を示しているが、破壊荷重以降は載荷盤直下の沈下が増大し、改良層が折れるような破壊をしていることが分かる。また同図から沈下領域は改良層の下層ほど大きく、荷重が分散している様子がうかがえる。図-4の間隙水圧分布によると、破壊前は改良層の全体で水圧は上昇しているが、破壊後は載荷盤の近傍以外では低下している。この水圧が低下した個所は図-3において地盤が上下に伸長している個所と対応しており、引張りを受けたことによる水圧低下であることが分かる。未改良層の水圧は、改良層の沈下により過剰間隙水圧が発生し、荷重の増加とともに増加している。なお、改良層の中央に設置した土圧計は水圧計とはほぼ同様の挙動を示した。

4. 二層地盤の破壊モードについて

二層地盤の破壊モードを検証するため二次元弾塑性FEMによる解析を行った。計算では変形係数 $E=480c$ 、ポアソン比 $\nu=0.49$ 、引張強度 $\sigma_t=1/5.5 q_u$ とした。図-5に荷重と地盤沈下の関係を、図-6に塑性領域の発達を示す。図-5によれば解析による沈下は実測値の5倍程度と異なるが、破壊前後の地中沈下の挙動は似ており弾塑性FEMによるモデル化は可能と考えられる。上記沈下量の比率は、帯状荷重と長方形荷重による未改良層中央の鉛直応力の比率とほぼ等しい。次に図-6によれば地盤破壊は改良ヘドロ下端の引張破壊から発生し、次に載荷盤直下の改良層内のせん断破壊と未改良層上面のせん断破壊が発生し、これらの塑性領域が上下につながった時点で極限支持力(二次元FEM解析では 40 tf/m^2)となり、破壊は進行性であることを示している。今回の実験結果と解析から、二層地盤の破壊モードは上層地盤が荷重によって下にたわむことにより下端中央部に引張破壊ゾーンが発生し、引続き起こる上層上部および下層上部のせん断破壊により全体が塑性化して上層地盤が折れ曲がるような破壊に至るといえる。

5. おわりに

今回、上層が下層より強い二層地盤における実規模の載荷試験から、破壊モードは基礎の周辺に沿ったパンチングではなく、上層の曲げ引張破壊から始まる進行性の破壊であることを示した。

今後は破壊モードを考慮した二層地盤の支持力算定法について検討していきたい。

本研究は、淀川左岸線軟弱地盤対策検討委員会(委員長:柴田京都大学教授、主査:嘉門京都大学教授)のご指導を頂きました。この場を借りてお礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 土質工学ハンドブック pp.335, 1982 土質工学会
- 2) Brown, J. D. and Meyerhof, G. G.; Experimental Study of Bearing Capacity in Layered Clays, Proc. of 7th ICSMFE, Vol. 2, pp. 45 ~ 51, 1969

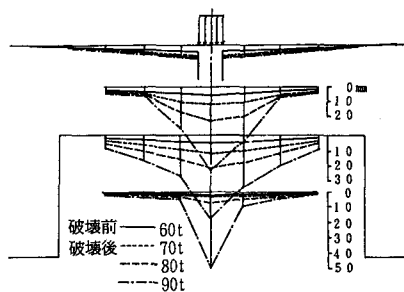


図-3 地中沈下分布

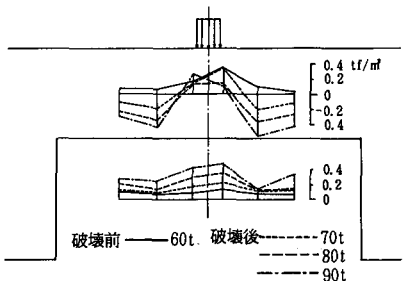


図-4 間隙水圧分布

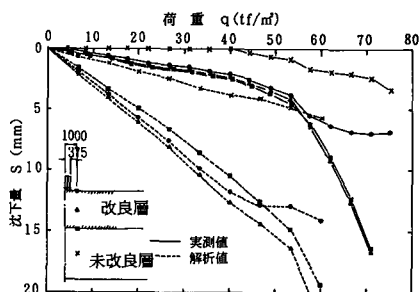


図-5 実測沈下と解析値

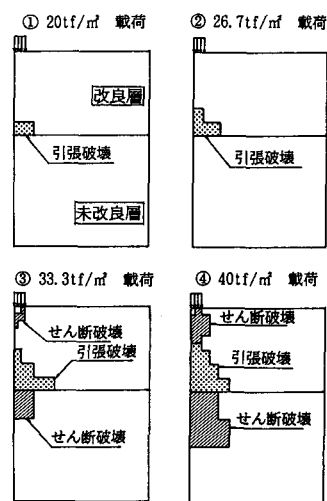


図-6 塑性域 (FEM)