

廣瀬鋼材産業(株)補強工事業部の前田 孝
 東京大学生産技術研究所 龍岡 文夫
 同 上 黄 景川

1. はじめに 筆者らは、これまでに、支持力に対する有効な補強材配置法の研究を行ってきたが、¹⁾²⁾今回は、フーチング近くにトンネルを配して、シールド工事等のシミュレーションをした。支持力実験は、無補強の場合と、これを補強材で補強したものを行なって、比較考察したので報告する。

2. 実験方法 実験は全て2次元平面ひずみ模型に対して行なった。先づ無補強地盤にトンネルを入れ図-1のせん断ひずみ分布を得た。トンネルの無い場合と比較して、せん断ひずみは、トンネルに向かって発達している。

以上より、図-2の補強法を定め合計4種類について実験した。フーチングとトンネルの間に補強材を入れて、フーチングセンターに対して対称な補強にしない理由は、図-1のせん断ひずみの偏りと、実際の現場において、地盤崩壊側のみを薬液注入工法で補強したり、アンダーピーニングにより支持する場合が多いためである。地盤作成方法、補強材作成方法、土槽側壁条件、及びひずみ

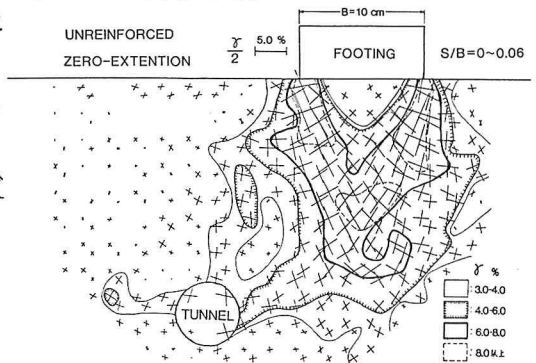


図-1. トンネル地盤に対する ひずみ増分 図

分布測定法は、前報の方法と同じである。

トンネルの条件としては、平面ひずみ状態を保つ事、降砂時において土圧の変化に対して体積変化を可能な限り押さえる事、内圧の増加に対して膨張をしない事、フーチング載荷時の外圧に対してはトンネル内側に変形し易くする事の以上4点が必要となる。

この条件を満たすトンネルの作成法は、100 μ mのラテックスゴムシリンダーを内壁にして、74 μ mフィル用のステンレスメッシュを円筒状にハンダ付けたもので被い、双方をラテックス原液で固定する。その外側にφ40mmのステンスパイプを写真-1のように接着した。トンネルの端面は、変形が自由に生じ易くするために、綿布にラテックスゴムを浸透させたもので密閉した。トンネルの内圧は、土圧と支持力係数 $N=100$ 時のトンネル位置圧力を概算して0.2 kgf/cm^2 と定めた。トンネルの変形量を正確に測定するために、脱気水でトンネル内を満たして、ビュレットに接続し、ビュレットに空気圧をかけながら流出水量を読み取った。また、トンネル内圧を常に0.2 kgf/cm^2 に保つために、間引き水圧計をトンネルに接続し、ビュレットにかける空気圧と、ビュレットの水頭とトンネル間で生ずる設置水頭差圧で制御した。(※、 $N=8/(\frac{1}{2}\gamma \cdot B)$, γ : フーチング平均鉛直圧, B : 帯基礎の帯=10cm)。

図-2. 補強材配置方法 (A,B,C共 補強材本数39本)

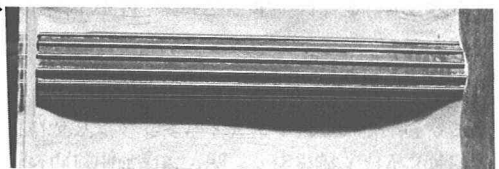
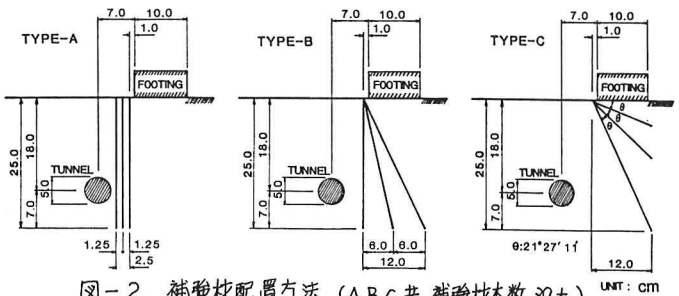


写真-1. トンネル模型(長さ40cm)

3. 実験結果及び考察 図-3は、トンネルの無い場合のフーチング中央部で測定したフーチング荷重による支持力係数(N_{max})と、模型砂地盤の平均間引き比の関係を表したものである。図中○印は、今回トンネ

ルを入れて得られた無補強時の支持力係数 ($N_{rg}=97.9$) で、支持力の真の値と思われるT~T線を読むと $N_{max}=128$ となり、トンネルによって支持力が減少している事がわかる。また図中には、A、B、C、の各タイプの支持力値をプロットし、無補強時と比較して、各々のタイプは、補強効果がある事がわかる。

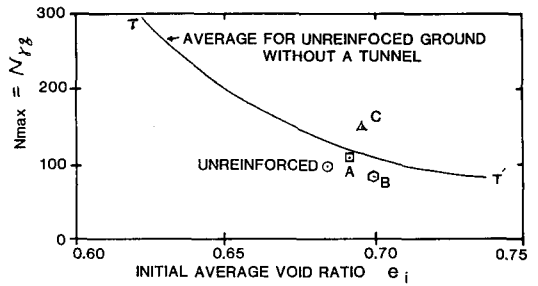


図-3. 支持力係数と間げき比の関係

図-4より、図-3を用いて換算すると、補強効果の順は、TYPE-C、A、Bの順となる。この補強効果の順は、前報のトンネルを入れていない支持力に対する補強土実験と同じであり、支持力係数の立ち上がりも、TYPE-C、Aが大きい事は、似かよっている。これらの結果が示すものとして、フーチング直下にトンネルが施工される場合は、支持力に対する補強法と全く同じ補強材配置法が、フーチングの底下が支持力に対して効果がある。地盤の破壊に対しては、補強材配置位置による補強材の働きのメカニズムは等しいと考えられる。

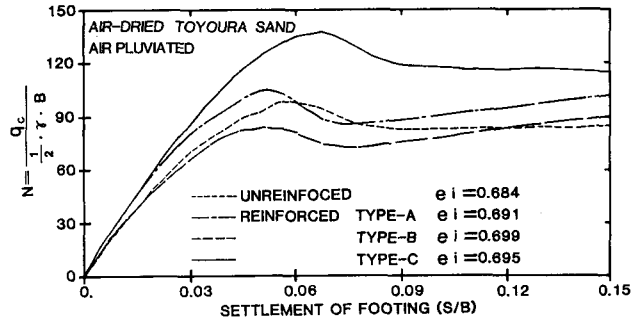


図-4. 基礎貫入率と支持力の関係図

図-5より、トンネル変形率と支持力係数の関係を見ると、その曲線の立ち上がりは、フーチング沈下率には効果の少ないTYPE-Bが最も大きく、次にA、C、無補強の順になる。B、Cについては、くさび領域に沿って入っている斜めの補強材により砂の変形がトンネルと逆側に生じてゆきトンネルに対しては影響が少なくなったものと考えられる。以上よりフーチング沈下量を押さえる補強材配置とトンネル等の変形防止(土圧軽減)を行なう補強材配置は異なり、フーチングの支持力を増大させる配置がトンネルにも有効であるとは断定できない。無補強地盤において、トンネルを設置した場合の支持力係数は、無い場合と比較して76.5%となるのは、トンネル体積変化率が0.3%という微小な時点であり、現場でトンネルまたはシールドの工事を行なう際には、微小変形を押さえる十分な補強が必要である事を示している。

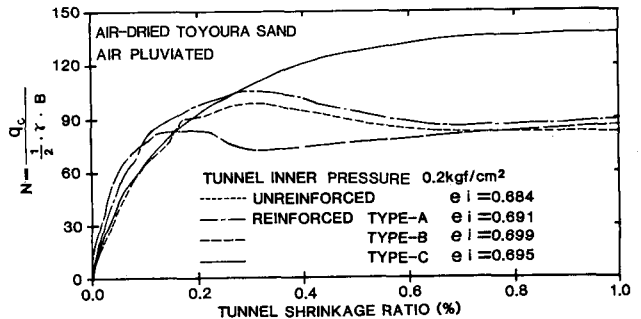


図-5. トンネル変形率と支持力の関係図

4. まとめ 砂槽の中にトンネル等を入れた場合は、フーチングの変位を押さえる補強材配置とトンネルの変形を防止する補強材配置は、異なる事がわかった。以降は、各タイプ補強土のひずみ分布図とフーチング底面のせん断力図より、トンネルの影響を細くとらえ分析する予定である。

謝辞) 本研究は、東京大学生産技術研究所で行なったものである。同研究所の写真部のスタッフの方々、村井研究室の方々には、末筆ながら感謝の意を表します。

参考文献) 前田、龍岡 「鉄筋補強材配置法の支持力特性に及ぼす影響」 第20回土質工学会。

2) 生原、前田、龍岡 「鉄筋補強材による模型砂地盤の補強について」 第39回土木学会。