

国鉄技術研究所 正会員 田中 政典
東京工業大学 “ 木村 孟
“ 斉藤 邦夫

1. はじめに

鉄道路盤は列車荷重を分散させて路床に伝え、雨水の浸透による路盤部の強度低下と噴泥発生を防止するとともに、列車通過時の弾性変形量を所定値内に押える機能を持たなければならない。さらに今後予想される保守要員の減少に対処するため、国鉄では路盤としていわゆる強化路盤を採用することになった。強化路盤とは道路舗装のような上部を補強した路盤構造である。強化路盤の構造はBarberの仮定にもとづきSteinbrennerが提案した式により決定されているが、路盤応力の分散過程は必ずしも明確にされていない。本研究はこのような現状にのっとり関東ローンを対象として、生石灰処理、砂置換による改良効果を応力、変位の観点より実験的にとらえ、解析値ならびに現場実測値との比較検討を行うことを試みたものである。

2. 実験方法

モデル地盤は関東ローンだけの無処理地盤と生石灰または砂による改良を加えた改良地盤の3種類である。無処理地盤は関東ローンを自然含水比付近(95%)で層の厚さが加圧後1cmになるよう容器内にまき出す。この試料の上にアクリル板と角材で造った加圧板をのせ、図-1に示すような装置で5kgf/cm²の圧力で20分間ほど加圧し、乾燥密度が0.7gf/cm³以上になるようにした。加圧終了後、土中変位観測用の鉛散弾を1cmピッチに配置した。また、層厚が所定の高さに達した後、応力測定用の土圧計を試料上面に設置し、この上に試料をさらにまき出し同様の操作を繰返した。

生石灰を用いた改良地盤は生石灰を粉状にし、関東ローン中に重量比で約10%を強制的に添加、混合したものを無処理地盤の表層上にまき出し、前述と同様の操作で加圧して改良層を作製した。

砂置換による改良地盤は気乾状態にある豊浦標準砂をポアリング装置により落下させ、その下に置いた無処理地盤上に均一な密度の砂層が形成されるよう工夫した。本実験では乾燥密度が1.56gf/cm³となるようにし、ポアリング終了後余分な砂を取り去り、所定の砂層厚にした。なお、改良層の厚さは生石灰処理、砂置換地盤とも1cmおよび3cmである。

このように作製したモデル地盤を図-2に示すような載荷フレーム内に静置し、モデル地盤中央に置いた載荷板にベロフラムシリンダーのピストンを接触させて載荷した。載荷重の調整はレギュレーターとブルドン管を用いて行った。本実験で採用した載荷圧は列車荷重を想定し、1, 2および3kgf/cm²である。載荷中、ベロフラムシリンダーのピストンに取り付けたダイヤルゲージにより、載荷板の沈下量を測定するとともに土圧変化も観測した。また、応力伝播

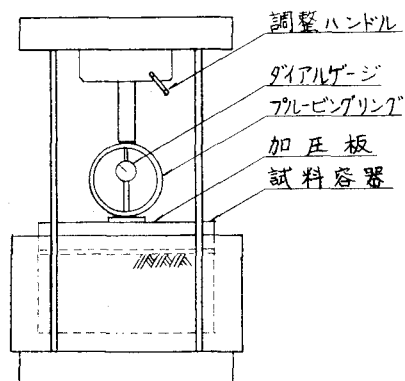


図-1 加圧装置

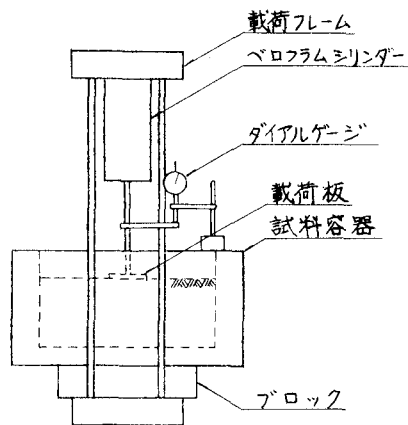


図-2 載荷装置

の性状を調べるため、中央より載荷板を1cmずつずらし横方向に対する鉛直土圧変化をとらえた。なお、載荷板はマクラギ下10cmにおける荷重分布幅を1/10に縮尺したもので幅、長さをそれぞれ4、4cm、9、5cmとした。さらに、各載荷圧をモデル地盤に作用させ、60分後土中の変位をとらえるためX線撮影を行った。変位の読取りは透写台上に載荷前と載荷後のフィルムを重ね、ターゲットの移動量を読み取った。

3. 結果および考察

深さ方向の土圧分布を図-3に示す。土圧の比較はある深さの圧力 P_2 と表面圧力 P_1 との比をもって行う。無処理地盤(関東ローム)は土圧計の埋設位置を変えてモデル地盤を4回作製し、そのうち明らかに模型地盤の作製がうまくいかなかったと判断されるものを除いて、1、2、3、5、6、8および10cmの深さで土圧を測定した。改良地盤は土圧計の個数に制限があるため、土圧を表面から1、3および5cmの深さのみで計測した。石灰処理地盤は改良厚の差がそれほど認められなかったで改良厚3cmを示す。無処理と比べて20%、場合によっては70%程土圧が減少した。さらに、枚令経過による地盤の強度増加は相当期待できることがわかった。砂置換地盤は載荷中の砂の側方流動が著しく、置換厚3cmでは実験途中で置換層が破壊してしまったので置換厚1cmの結果のみを示した。深さに対する土圧の減少は緩慢である。現場実測値は列車通過速度、列車種別により著しく異なるが、総武線において測定された一例を示す。解析値はSteinbrennerが提案した式によって求めた。結果は比較的無処理地盤と似ている。

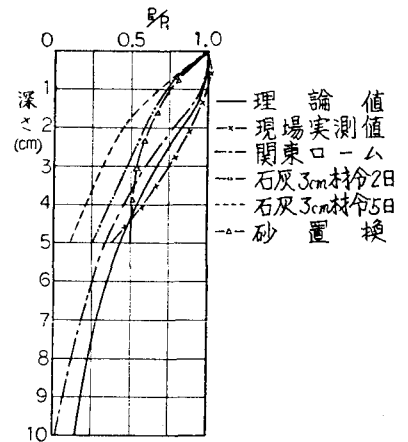


図-3 深さ方向の土圧分布

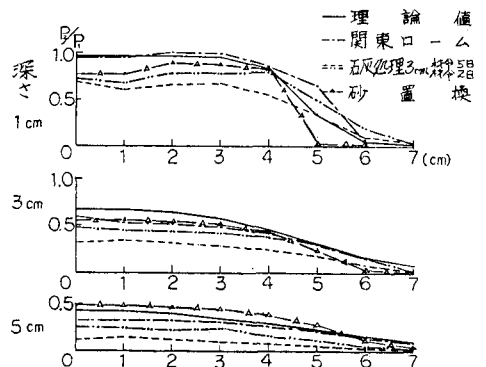


図-4 横方向の土圧分布

横方向に対する土圧分布を図-4に示す。ここでの理論値は大崎の式を利用した。深さ1cmの地点の土圧は載荷板端から離れると急激に減少する。特に砂置換地盤ではこの傾向が著しい。深さが増すとともに土圧の変化はなだらかになる。ここでも石灰による改良効果はかなり認められる。また、理論値と無処理地盤はよく似ている。

図-5に圧力が半減するところの圧力球根を示す。

変位は表面変位と比較したところ現場実測値とは比較的一致したが理論値とは変形係数の取り方などに問題がありバラツキがあった。

4 結論

1. 土中の応力、変位の測定により分散効果を知ることができた。
2. 生石灰処理地盤の改良効果はかなり認められたが、砂置換はそれほどでもなかった。

3. 実験値、現場実測値および解析値との比較ができた。

(参考文献) 最上編 土質力学、関東ローム研究グループ 関東ローム—その起源と性状—、土質工学会 土と基礎 No.172、伊東孝一 噴泥対策と新路盤工 鉄研資料、国鉄 土構造標準

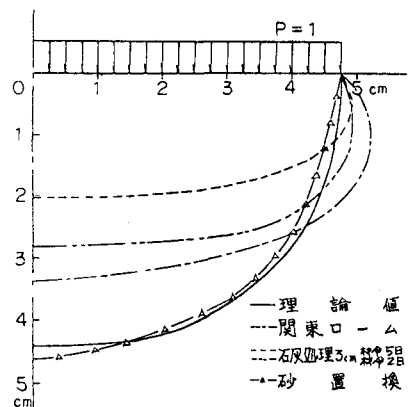


図-5 $P=0.5$ の圧力球根