

III-108

現地締固め機構に関する一考察

岡山大学農学部

正員 藤井弘章 横田真一

1. はじめに

土構造物において締固めの重要性については、いまさら言うまでもない。しかし、その締固め機構についていまだ十分に理解がなされていない様に思われる。また締固めのメカニズムについて理論的に検討した例は少ない。本研究では、現地締固め試験の結果と有限要素法を用い、転圧層の沈下量の計算を行い数値モデルを比較、検討した。振動ローラを用いて礫質土を現地締固め試験した結果を例に、その数値モデル作成して考察した。

2. 現地試験ならびに数値解析方法

締固めには、振動ローラ（自重 15.2t、起振力 22t）を用いた。供試土は、礫質土（比重 2.65、含水比 10%、最大乾燥密度 2.03g/cm^3 ）で、フィールドは、 $30\text{m} \times 9\text{m}$ 、実際の撤出し厚は63cm、48cm、36cmであった。測定項目は密度、沈下量、走行速度、貫入抵抗、走行速度、走行位置、走行中に発生する地中応力等である。沈下量の測定は15箇所の測点を定め、各測点を中心に約25cm離れた位置に4点計5点ずつ75点をレベルで測定した。数値モデルは要素数720、節点数2273の線形弾性プログラム（HITOP）を用いて解析を行った。盛土の状態は撤出し厚をそれぞれ $T=35, 50, 60\text{cm}$ とし、荷重は振動ローラの起振力を静的接地圧に読みかえ、 5.98kg/cm^2 が接地幅16cmに均等にかかるものとした。接地面は円筒状であるが、水平とみなし実測より求めた。ヤング率およびポアソン比は、種々の密度で三軸試験を行い、この実験値をもとにして、密度が 1.65g/cm^3 から 1.90g/cm^3 に増大すると 40kg/cm^2 から 400kg/cm^2 まで、0.36から0.46まで変化すると仮定した。また、原地盤の密度 γ を、 1.85g/cm^3 、弾性係数 E を 340.0kg/cm^2 、ポアソン比 ν を0.44とし、締固め前の密度を 1.65g/cm^3 という実測値を用い、 $E=60, \nu=0.37$ とし、8回転圧までの解析を行った。原地盤については $E=30, 60, 12\text{kg/cm}^2$ 、それに対応して $\nu=0.363, 0.370, 0.385$ とした3種について、初回転圧時の解析も行った。

3. 解析結果および考察

数値解析による撤出し厚 $T=35, 50, 60\text{cm}$ の転圧回数と表面沈下量の関係を、図1～3に●で示した。これは、1回の転圧により各深度に応じて沈下するが、土の重量は一定であるから、各要素の変位量から密度が計算できる。これが図の $N=1$ である。次にそれぞれの密度に対応するヤング率およびポアソン比を求め、これを新たな物性値として入力して、再び各要素の変位を計算する過程を繰り返したものである。また図4に転圧回数と沈下率の関係を示した。ここで、沈下率とは表面沈下量を撤出し厚で割った値である。これらの図から、撤出し厚が大きいくほど表面沈下量は大きいが、逆に沈下率は小さくなっていることがわかる。すなわち厚さが1.7倍になると、沈下率は約3割減少する。締固め管理には、沈下量より沈下率を重視すべきであるといえよう。図1～3には実測値を▲で示した。実測値は、各撤出し厚とも、転圧回数が進むにつれて1回転圧に対する沈下の割合が少なくなっており3回以降はあまり沈下していない。一方、解析値は転圧回数が進んでも沈下

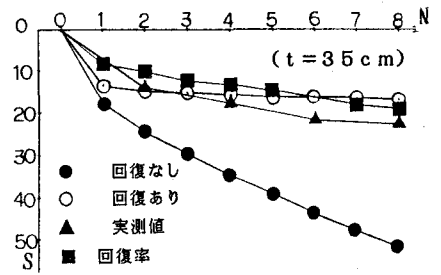


図1. 転圧回数と実測および解析表面沈下量

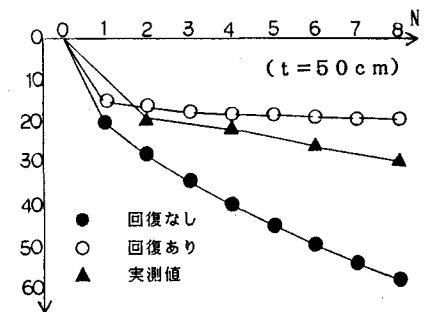


図2. 転圧回数と実測および解析表面沈下量

の割合があまり変化せず、だんだん実測値との差が大きくなっており、8回以降もかなりの沈下が予想される。このことは実際の転圧において、この解析方法では考慮されていない要因があるものと考えられる。これは、実際の締固めにおいては転圧後に、リバウンドが生じるためであると考えられる。そこで、回復率を考慮した解析を行った。この回復率は、圧密試験機によって、密度が3種類の供試体に、振動ローラの接地圧を想定し荷重6.0 kg/cm²の载荷、除荷のサイクルを8回繰り返す実験結果から求めた。载荷においては上に示すようにはじめから実際の転圧における接地圧を考慮した6.0kg/cm²を一気に掛け6秒後にすばやく変位を読み取った後、ただちに6.0kg/cm²を除荷しそれから4分後の土の回復量を測定した。このとき荷重を全く取り除かず0.05kg/cm²の荷重は残した。回復率は载荷と除荷の変位の比から求めた。ローラ直下の表面沈下量だけに着目し、その沈下量に対して回復率をかけ、（沈下量×（1-回復率））の値をその転圧における表面沈下量とした。図5にその結果の1例を示す。図1～3に、回復率試験の結果を考慮した解析値を○で示した。図において回復を考慮した値が、回復を考慮しない値に比べ、実測値に近い変位の傾向を示している。また図3-2-4から、1回目転圧の回復率を50% 2回目以降の回復率を80%として、撤出し厚35cmについてののみ8回解析を行った結果を図1の■で示した。これを見ると前述の回復率を用いた場合よりも更に実測値に近い傾向を示しているのがわかる。このように、回復率を考慮しなかった場合に比べてかなり実測値に近い沈下の傾向を示している。ただ、3回転圧以降沈下の割合が非常に小さくなっているが、これはこの回復率の値を転圧回数に関して一律に決めているためと考えられる。つまり、実際は深さの違いによって荷重のかかり方が違うため深くなるにつれて回復率が小さくなるはずである。このことを考慮すればさらに実測値に近づくものと考えられる。このように、この数値モデルにより、現地締固めにおける挙動を、あるていど推定することができるというえよう。

最後に協力頂いた岡山県、および岡山新空港建設企業体の関係各位ならびに本研究室専攻生に謝意を表す。なお計算は本学総合情報処理センターACOS2000を利用した。

＜参考文献＞

- (1) 藤井弘章他；表面沈下量による締固め度の判定，農業土木学会論文集，No.41,1972
- (2) 藤井弘章他；貫入抵抗による締固め度の判定，農業土木学会論文集，No.41,1972
- (3) Fujii et al;The stresses in situ while compacting by different type of compaction equipment, Proc.International Conference on Compaction (Pr. ICC,Vol.1,1980
- (4) Fujii et al;Stress in situ by various compaction equipment and their effect,Pr. ICC
- (5) 藤井弘章；締固めに関する二三の考察，土木学会第40回年次学術講演集，1985

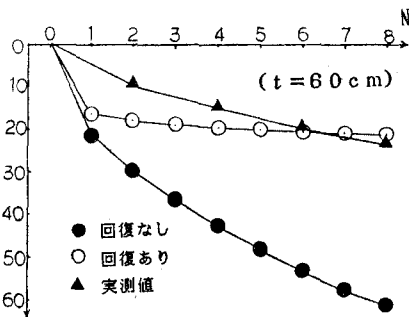


図3. 転圧回数と実測および解析表面沈下量

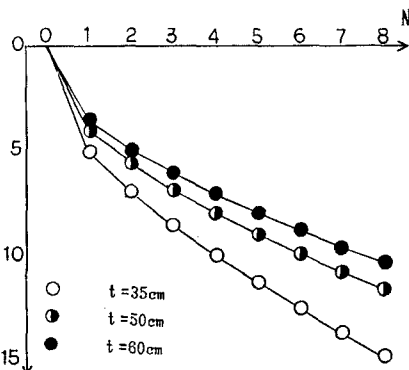


図4. 転圧回数と解析沈下率

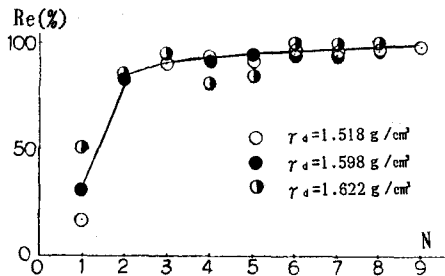


図5. 転圧回数と回復率

