

III-260 振動ローラを用いた現場締固めにおけるまき出し厚さの決定方法について

京都大学工学部 正 員 建山 和由
 京都大学工学部 正 員 畠 昭治郎

1. はじめに 締固め施工におけるまき出し厚さの大きさは、施工速度や土構造物の品質に影響を及ぼし施工上、非常に重要な要因であるといえる。一般に、まき出し厚さは地中の土が充分締固められるように決定されるべきであるが、これは、振動ローラ能力、土の締固め特性により決まる。今回は、この2つの要因に着目し、簡単な室内試験により最適なまき出し厚さを決定する手法を考案したので報告する。

2. 土の締固め特性と地中の締固め状況 土の締固め特性は地中の締固め状況に大きな影響を及ぼす。今回は、土の締固め特性として締固め後の土の乾燥密度～締固め力関係を用いることにする。ここでいう締固め力とは、圧力、振動、衝撃など締固めを生じさせる効果の総称である。図-1に2種類の締固め特性を示す。type 1は締固め力の増加に対し、比較的早く締固めが完了する場合、type 2は締固め力を増しても徐々にしか密度が増加しない場合である。この関係は次式により表わされる双曲線近似法により近似できることが明らかにされている。ここで、パラメータ a は図-1の初期接線勾配の逆数を表わし、この値が小さいほど急に立ち上がる曲線となる¹⁾。

$$\gamma_d = \gamma_{d0} + \frac{F}{a + b \cdot F}$$

γ_d : 転圧後の乾燥密度 (kg/m³)
 γ_{d0} : 転圧前の乾燥密度 (kg/m³)
 F : 締固め力
 $\dots (1) \quad a, b$: パラメータ (m³/kg)

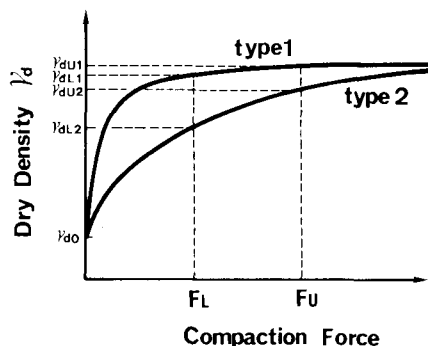


図-1 土の締固め特性

今、地表面に F_U という締固め力が加わる場合を考える。この力は、地中への伝播とともに減衰するので、地中の下部には F_L ($F_L < F_U$) という締固め力が伝わる。そこで図-1において、type 1, 2の両方の土に F_U と F_L という力が加わるとすれば、土の種類による地中の締固め状況の違いを考察することができる。このとき、(下部密度 γ_{dL}) / (上部密度 γ_{dU}) の比は、type 1の土の方がtype 2の土より大きく、地中までよく締固まることがわかる。上述の考察より、地中の締固め状況に影響を及ぼす土の締固め特性としては、図-1の曲線の立ち上がりの方が支配的であると考えられるので、双曲線近似法におけるパラメータ a により、土の締固め特性を表わすことにする。図-2にパラメータ a と下部/上部密度比との関係を示す。3本の線の違いは、締固め力の大きさの違いを表わしており、どの場合にも上部の締固め力の何分の1かが地中に伝わるとしている。この図よりパラメータ a の増加とともに地中の土は締固まりにくくなること、また、締固め力が小さいときには逆に、パラメータ a の増加とともに密度比も大きくなる領域があることが読み取れる。

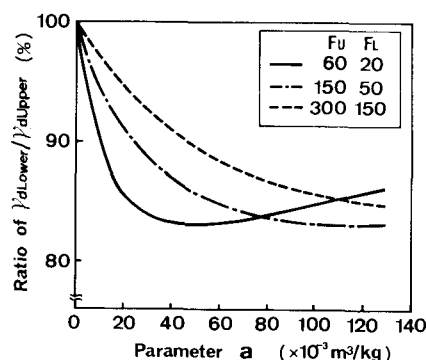


図-2 地中の締固め状況と土の締固め特性との関係 (計算結果 $b=1.0$, $\gamma_{d0}=1.0$)

3. 振動ローラの締固め試験結果の利用 建設機械化研究所において行われた各種の振動ローラの締固め試験の結果より地中の締固め状況の実測値について考察を行う。試験の詳細については省略するが¹⁾、砂

質ローンを30cmの厚さにまき出し、種々の振動ローラにより16回転圧し、転圧後の土層の上部と下部の密度を測定したものである。試料土の含水比は4種類変化させている。次に、この試験で用いられたのと同じ土を用いて突固め試験を行い、図-3の結果を得た。これは、JISA1210法を基準とし、突固め回数を変化させることにより、突固めエネルギーを5段階変化させたものであり、図-1に相当する（締固め力として突固めエネルギーを採用している）。プロット点の違いは含水比の違いを表わしており、5種類の含水比に対して実験を行った。この図より、個々の含水比の土に対し、パラメータaを求めることができる。そこで、上述の突固め試験の結果より各振動ローラの試験時含水比の土に相当するパラメータaの値を求めこれと振動ローラの試験より得られた下部/上部の密度比の実測値との関係をプロットすると図-4のようになる。プロット点の違いは振動ローラ能力（動線圧 D_{LP} ）の違いを表わしており、動線圧が大きいほど振動ローラ能力も大きい¹⁾。この図は図-2の計算結果に対応するものであるが、図-2と同じ傾向を示しており、土の締固め特性を表わす指標としてパラメータaが有効であることがわかる。

4. まき出し厚さの決定 最適なまき出し厚さとして『締固め後の地中の密度が地表部の95%以上になる厚さ』で定義することにする。前述の建設機械化研究所のデータでは、30cmのまき出し厚さに対し、転圧前の密度、転圧後の上部と下部の密度しか測定されていないため、 $z=0: \gamma_d =$ 上部密度、 $z=30$ cm: $\gamma_d =$ 下部密度、 $z=\infty: \gamma_d =$ 初期密度という条件のもとで、転圧後の地中密度を指数関数により近似し、任意深さにおける密度を補間した。この操作により、図-4の縦軸を95%密度を生じる地中深さに置き換え、整理し直すと図-5のようになる。プロットの違いは先と同様に振動ローラの動線圧の違いを表わしており、能力別に破線で領域に分けている。この図を用いれば振動ローラを用いる場合のまき出し厚さを決定できる。すなわち、現場で採取した試料土に対しエネルギーを変えた突固め試験を行ない、その結果よりパラメータaを求める。次に振動ローラの動線圧を計算しこれに相当する図-5中の領域の下限値と実験より得られたパラメータaよりまき出し厚さを決定すればよい。

参考文献 1) 畠他：振動ローラを用いた現場締固めにおける密度予測に関する研究 土木学会論文集, No. 352, III-2, 1986年12月

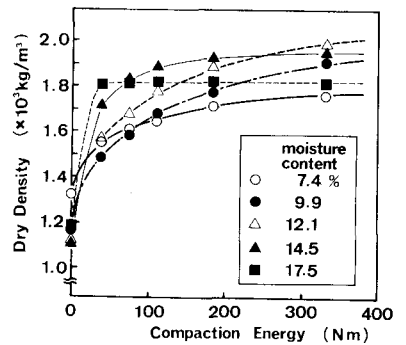


図-3 突固め試験結果

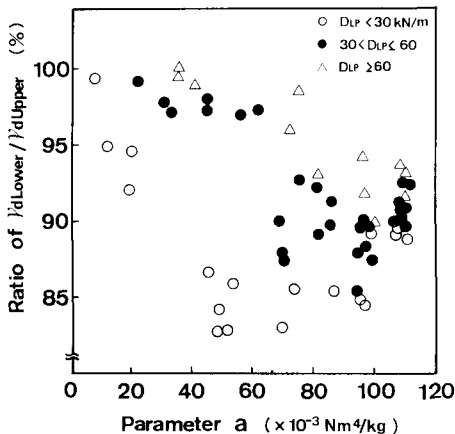


図-4 地中の締固め状況と土の締固め特性との関係（試験結果）

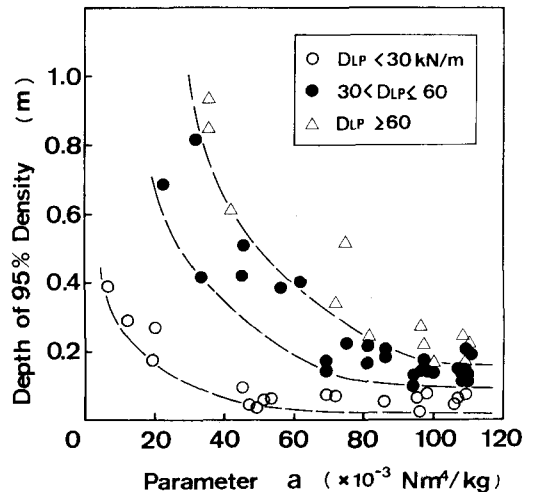


図-5 95%密度を生じる地中深さと土の締固め特性との関係