

Ⅲ-25

締固め土の貫入抵抗について

日本大学工学部学 ○ 石井和樹

日本大学工学部学 杉内祥泰

1. まえがき

締固めの機構は複雑で、締固め後の土の挙動を調べるために貫入抵抗に着目した。締固め土の強度は、最適含水比よりもむしろ乾燥側で高いせん断強度が得られる。従って締固め土中に貫入棒を挿入した場合も同様に高い貫入抵抗が得られるかどうかを、締固め方向に対し鉛直方向と水平方向から貫入抵抗を調べた。更にモールド内での締固め転圧作用の影響が、層間の転圧面にどのように貫入抵抗として推移するか基礎的な転圧土の貫入変化を調べた結果の報告である。

2. 試料および試験方法

試料の物理的性質は、土粒子の比重2.61、液性限界58%、塑性限界36%、粒度分析から砂レキ分70.88%、シルト分22.82%、粘土分6.3%で構成されている。最大粒径は4.76mmを採用した。供試体の作製方

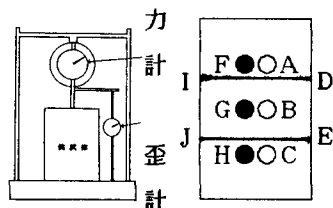


図-1 貫入試験機とモールドの穴

法はJIS A 1210に準じて動的締固めで作製し貫入抵抗を図-1の測定装置で計測した。貫入鋼棒の直径は5mmで貫入速度は1mm/minとした。貫入抵抗は便宜上2.5mmの値を採用した。モールド内の水平方向A～Cおよび対、F～Hの6点は各層の中間層で、D E I Jの4点は各転圧層の境界面である。鉛直方向は上端部U₁ U₂ 下端部L₁ L₂の各2点の平均値で整理した。

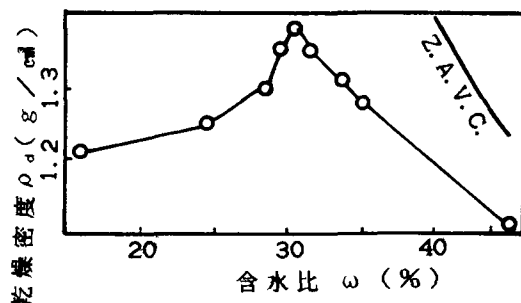


図-2 締固め曲線

3. 試験結果および考察

図-2の締固め曲線から ρ_{dmax} : 1.289g/cm³、 ω_{opt} : 30.4%、更に最適含水比状態のCBR値が2%前後で推移しているため、土質工学上不安定材料である。

まず初めに間隙比と貫入抵抗の関係を調べた結果を図-3に示す。この結果は転圧モールド内の中間層（A～C、F～H）と転圧面（D E J）近傍の境界部での貫入抵抗を比較した。これより転圧面の測定が中間層より全体的に高い傾向を示している。しかし最適含水比から湿潤側であるか、または乾燥側で測定するかによって変極点の位置で、正と負の可逆性が認められた。

貫入抵抗は未拘束であるモールド上端部（U）と下端部（L）を比較すると一般に上端部が高い数値を示す。その要因は衝撃エネルギーにおける高密度化が転圧後の膨張作用以上に高い残留密度として存在している。そこで両者の比率を求め、なお任意の乾燥密度に対する最大乾燥密度の比率から図-4の結果を得た。

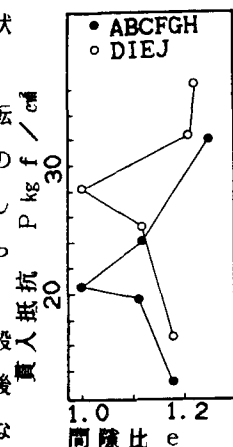


図-3 間隙比と貫入抵抗

この様に締固め度の高い測定範囲に拘らず L/U の比率で約30%の差異を確認した。同様に図-5に示す様に含水比変化と L/U の関係から、低含水比状態では最適含水比領域の L/U に比較して50%以上の極端な傾向が得られた。なお最適含水比以上の含水比では比較的安定した数値に至る。この結果から低含水比の場合モールド底板部での転圧効果が十分得られないことが推察される。図-5から30%以上の含水比で L/U の値が安定するため、含水比35%の貫入抵抗と歪み変化の傾向を図-6に示す。(a)図は各層間の貫入抵抗で上層と中層の境界部が曲線I、D、中層と下層の境界部が曲線E、J、この結果では上層部が高く得られた。(b)図は鉛直方向の上端部 U_1 、 U_2 と下端部 L_1 、 L_2 で貫入抵抗がほぼ一様の性状変化となった。(c)図は各層の中間で計測した値で土の内部構造の複雑さが想定される。

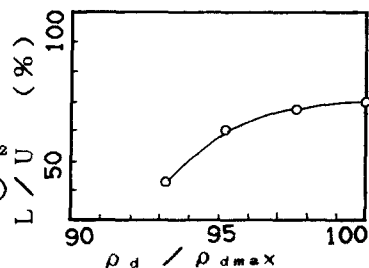


図-4 L/U と ρ_d / ρ_{dmax}

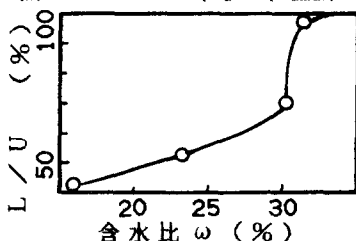


図-5 含水比と L/U の関係

それらの誤差を検討するために水平方向の貫入抵抗A~C、F~H、での標準偏差を求めると、含水比16%に対し10.9、最適含水比で2.9、最適含水比以上の湿潤側では約3.0程度であった。同様にI、D、J、Eの各層の水平方向の貫入抵抗から求めると含水比16%で7.2、最適含水比で2.0、高含水比52%まで増加させると0.2まで変化した。含水比変化が特に貫入抵抗に大きな影響を受け易いため鉛直および水平方向からの平均貫入抵抗値で整理すると図-7の三曲線が得られた。上端部および下端部の平均値は転圧方向軸に同一作用を

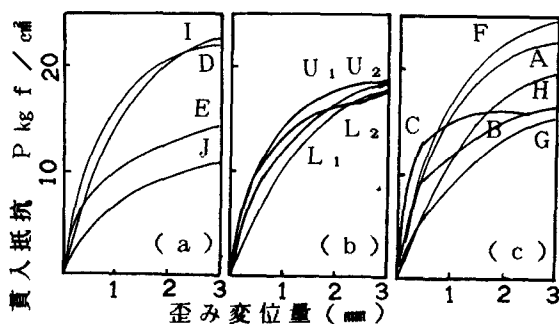


図-6 歪み変化と貫入抵抗

しているため最大の抵抗を示し、次に各層間の転圧面、中間層の順序として表れた。これらの全曲線は最適含水比より約5%乾燥側で最大の貫入抵抗を示した。この結果から水分が最適含水比に接近するにしたがって土の潤滑性が助長し土粒子配列が安定構造になる。しかしせん断強度に関しても最適含水比より乾燥側で最大強度を呈することは、土粒子間摩擦抵抗が最適含水比より効果的に作用するものと考えられる。

最後に貫入棒と最大粒径の適用性の問題や計

測上の試料充填量等今後検討事項が存在するけれども、貫入試験から次の結果が得られた。1) 転圧接触面と転圧軸方向の貫入抵抗が卓越した値を示す。2) 最適含水比より乾燥側で最大貫入抵抗が現れる。3) 動的締固めのモールド内の位置の状態が貫入抵抗の変化が認められた。いわゆる密度分布の相違が予測される。4) 高含水比になれば異方向性が減少する傾向にある

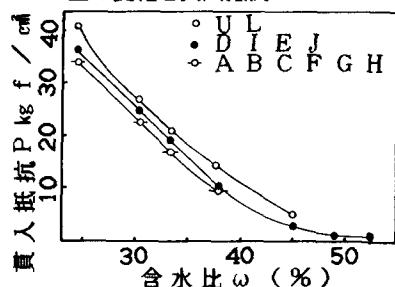


図-7 含水比と貫入抵抗の関係