

フジタ工業・大阪支店 片山正喜 ○木越正司
フジタ工業・技術研究所 石井武美

1 まえがき

粗粒な岩石質材料といわゆる土の混合材料(以下、粗粒土と呼ぶ)を用いた土構造物を築造する場合、締固め効果を判定するのに乾燥密度(以下、密度と呼ぶ)を指標の1つとすることが多い。しかし、JISA1210-1970に規定された土の場合(許容最大粒径38.1mm以下)には管理目標密度を実験的に定めて得るが、粗粒分の粒径が規定を越える場合は、たとえば Walker-Holtz 法や Humphres 法などを用いたレキ分補正を行ない管理目標密度も決定する方法が一般的に行なわれている。直接的に管理目標密度を決定できる一貫した規格がないのに不満を感じる。かつ安田氏は、容積 25,000 cm³ のモールドを用い、突固め条件を種々に変えた締固め試験法に関する研究を行なっているが、土によつて Proctor の定義する突固めエネルギーが一定であつても突固め条件を構成する要因が変化すると得られる密度に差が現われることを報じている。そこで、われわれは JIS K に近似した突固め条件で粗粒土の締固めの検討をすす行なうことにし、簡便な補正法のためよく用いられている Walker-Holtz 法と、実験結果とを対比した。また、混レキ率の増加と共に、粗粒土中の細粒分(いわゆる土)への突固めエネルギーの減衰が生ずるのは公知の事実であるが、細粒分と粗粒分とも混合して締固める場合、細粒分の工学的性質に特定の管理限界を設けたいと混レキ率もどのように管理すべきかも検討した。今回はこれらの結果について報告する。なお突固めエネルギーを $E_c = 5.7 \text{ cm} \cdot \text{kg/cm}^2$ としたが、これは突固めによるレキの破碎を避けなかったからである。

2. 実験方法および使用材料

今回取扱ったレキは、38.1mm 以上、土は 4.7mm 以下とし粒度的に土とレキを完全に分離した。土とレキを分離することによつて、土部分の性状をより把握できると考えられたからである。締固め条件はモールド：内径 = 150mm (容積 2208 cm³)、ランマー：重量 = 2.5 kg、落下高 = 30 cm、突固め回数：56回×3層とした。レキの粒形は、特に球状に近いものを選抜準備し、各層とも平均に混入した。レキの岩種の差による締固め効果の違いを評価するため、土砂材料を一定として、2種のレキで実験(1)および実験(2)の2種の系列の実験を行なった。使用材料の性質は、それぞれ、表-1に示すとおりである。

3. 実験結果

レキ分補正に Walker-Holtz 法を用いた理論値と今回の実験結果とも比較すると図1-1 及び図1-2 となり実験(1)及び(2)とも混レキ率の低いうちから密度に差が現われている。レキの岩石種類によつてその差の度合いに幾分差が生じているが、これは、レキの粒形の相異によるものと考えられている。両実験を通じて混レキ率の低い範囲から理論値と実験値とに差が生ずるのは当然のことであり、これは Walker-Holtz 法がレキのあるなしにかかわらず、土部分に同一のエネルギーが伝達することを前提にしているからである。この前提が一般的でないのは、混レキ率の低い状態、つまりレキの土中での単独存在であつても、土部分へのエネルギー伝達が減ずることを実験結果が示すことから明白である。すなわち、レキ周辺の土部分にあってはレキの支配する締固めの死角が存在し、

表-1 使用材料の性質

土 砂 (兵庫県佐用郡産)		レ キ	
			実験(1) 実験(2)
Gs	2.594	岩 種	内緑珪岩 砂岩
Ip	13.1	一軸圧縮強度(kg/cm ²)	1,050 1,000
$\gamma_{d \max}(\text{t/cm}^3)$	1.396	積 比 重	2.747 2.697
Wopt (%)	22.8	吸 水 量 (%)	0.2 0.7
最大径(mm)	4.7	試験時の吸水量 (%)	0.1 0.2
均等係数	7.4	粒 径 (mm)	38.1 ~ 50.2 38.1 ~ 50.2

レキが土部分へのエネルギー一位量を減少させているものと考えられる。このことは実際の施工状態でも当然発生していると考えられ、レキが混合される粗粒土に、Walker-Holtz 法で密度補正を行ない管理目標密度を決定することに合理性がないことを示しているものと考えられる。

4. レキ分補正方法の検討

今回の試験条件では、

Walker-Holtz 法で補正した理論値と実験値とはよく合っていなかったが、見方を変えれば一応の対応が合っているとも云える。ところで実際の粗粒土を締固めれば図-2に示す様に、 $P-\gamma_d$ 曲線が存在する。そして、レキのみ締固めた密度は、レキの最大径、粒度、粒形等の相異によって一定の範囲で異なるけれども、 $P-\gamma_d$ 曲線は一定の範囲内において変化しうる。換言すれば、混入されるレキの破碎が生じない程度の締固めエネルギーを粗粒土に与えた場合、マトリックスになる土と混入されるレキとの種類が決まれば、一定の $P-\gamma_d$ 曲線が得られるはずである。そこで、粗粒土の管理目標密度の決定にこうして基礎的なデータを集積し、Walker-Holtz 法で補正する方法をさらに修正する係数を各種の条件で求めておけば便利であろう。このような係数として、 $f_c = \gamma_d / \gamma_{d0}$ (γ_d : 実験値、 γ_{d0} : Walker-Holtz による補正值) を考えている。

5. 土部分における締固め状態について

粗粒土の締固め管理において、大きな問題はレキ以外の占める空隙即ち土部分の締固め状態である。図-3はこの土部分のみにあける乾燥密度と混シキ率との関係も、実験(1)及び(2)の結果により示したものである。この結果から判断して

①締固め度95%を得られるのは、混シキ率30~40%までである。

②締固め度90%を得られるのは、混シキ率40~50%までである。

また土部分における空気間隙率及び飽和度と混シキ率との関係については、 $V_a = 10\%$ 、 $S_r = 85\%$ を管理限界点とすると混シキ率 $P \approx 40\%$ まで、これを満足することが出来る結果となった。

6. まとめ

以上の結果から、Walker-Holtz の補正法によらず土質状態に応じた実際の $P-\gamma_d$ 線も実験にて求め、これにより締固めの判定基準とする事、土部分のみによる管理は $P=40\%$ まで可能であることが認められた。

(1) 安田他: 大型実固め試験装置による実固め諸要素の相互関係(才2報) 才3回土質工学研究発表会(昭43)

