

日本大学大学院 学生員 ○金 順浩
 日本大学理工学部 フェロー 巻内 勝彦
 同 上 正会員 峯岸 邦夫

1. はじめに

中国東北部に位置する黒龍江省の地盤は、一般に粘性土で黄色と黒色の2種類が広く分布している。年平均降水量は600mmで7～9月の3ヶ月にその60%以上の降雨がある。また、冬季最大凍結深度は1.8～2.8mになり、春の融解時期には路床の安定性が極度に低下する。路床土の湿潤密度 ρ_w はそれぞれ1.47g/cm³と1.55g/cm³で、締固め度Dcの80%程度である。これは路床の強度と安定性が、凍結融解を受けて低下していることを示している。この粘性土路床が交通荷重下においても、強度と安定性を確保できるための締固め方法の基準について検討した。

表-1 試料土の諸性質

試料土	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	自然含水比 w_s (%)	液性限界 w_L (%)	塑性指数 I_p	コンシステンシー指数 I_c	最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	最適含水比 w_{opt} (%)
黄色粘性土 (黄土)	2.71	20.5	36.0	14.0	1.11	1.71	15.9
黒色粘性土 (黒土)	2.67	21.4	35.5	12.5	1.14	1.63	18.0

2. 試料および実験方法

2-1 試料

試料土は黒龍江省より採取したもので、黄色粘性土と黒色粘性土である。それぞれの物理的性質は表-1に示すとおりで、自然状態の乾燥密度 ρ_d は1.26g/cm³と1.20g/cm³であった。また、黄色粘性土の粒径加積曲線を図-1に示す。なお、両粘性土は自然含水比が最適含水比より約4～5%以上高いため締固め時における現場での品質管理が非常に難しい特徴を有している。

2-2 試験方法

圧密試験および締固め試験 (中国試験規程T0131-93)¹⁾、吸水・膨張試験 (同T0124-93)²⁾を行った。圧密試験の供試体は、直径6cm、高さ2cmのものを使用し、段階載荷法で行った。日本の圧密試験は、通常飽和土を対象とするが、中国では一般に飽和、不飽和を問わない。締固め試験はJIS法の呼び名Aとほぼ同様の方法で行った。また、吸水・膨張試験は15cmモールドを使い各試料土を3層21回、5層39回、5層59回で締め固めたものを使用した。

3. 試験結果および考察

図-2、3に圧密試験結果より求めた圧縮指数Ccと乾燥密度 ρ_d の関係に及ぼす試料土の状態の影響を例示した。飽和、不飽和状態のいずれの試料土も乾燥密度が増加すると圧縮指数が小さくなる傾向がある。特に不飽和状態の時はその傾向が顕著である。また、飽和土の場合、乾燥密度増加に対する圧縮指数の減少量が黒色粘性土より黄色粘性土の方が小さいことが分かる。一方、不飽和土の場合は、逆に黄色粘性土の方が大きくなっている。

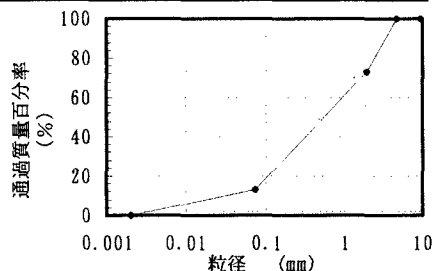


図-1 黄色粘性土の粒径加積曲線

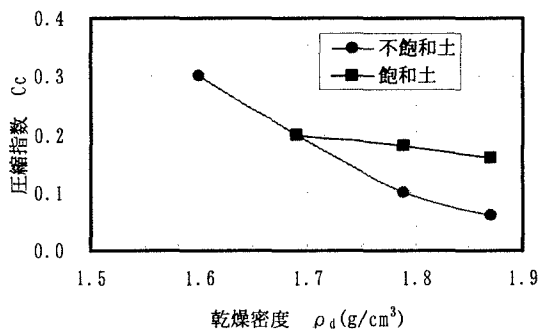


図-2 圧縮指数と乾燥密度の関係 (黄土)

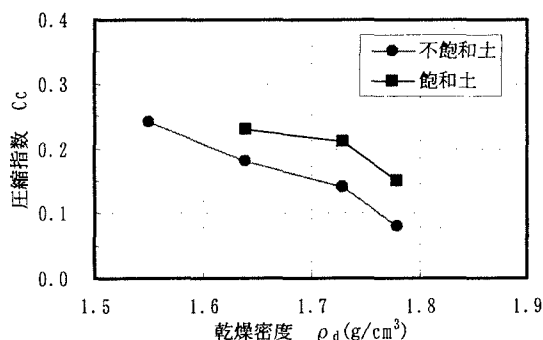


図-3 圧縮指数と乾燥密度の関係 (黒土)

キーワード：路床、締固め特性、凍結融解、交通荷重、黒龍江省

連絡先：〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1 日本大学理工学部社会交通工学科 Tel.& Fax.047-469-5217

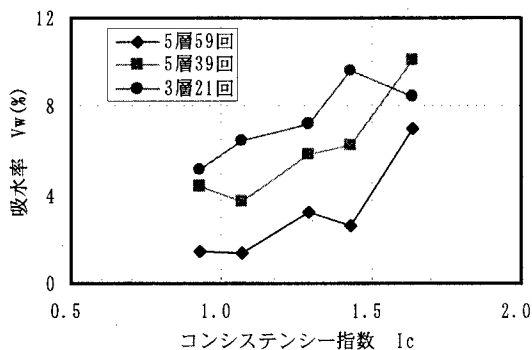


図-4 吸水率とコンシステンシー指数の関係

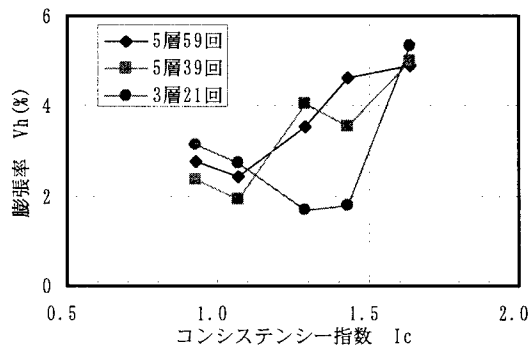


図-5 膨張率とコンシステンシー指数の関係

図-4、5は、黄色粘性土の吸水・膨張試験結果より求めた吸水率 V_w 、膨張率 V_h とコンシステンシー指数 I_c の関係をそれぞれ例示したものである。図-4より、 V_w と I_c の関係は若干のばらつきはあるものの5層59回以外の締固め条件では $I_c=1.1$ 付近で V_w が一旦減少するがその後増加する傾向が得られた。図-5の V_h と I_c の関係を見るといずれの締固め条件も I_c の増加に伴い一度 V_h が減少して再び増加する傾向が得られた。したがって、両図より $I_c=1.1$ 付近が最も安定していることが分かる。黒色粘性土についてもほぼ同傾向であった。

図-6、7は、それぞれの試料土について各締固め条件で試験施工された路床の変形係数と含水比の関係を示したのものである。いずれの条件においても含水比が増加すると変形係数が減少することがわかる。中国黒龍江省道路設計基準では変形係数が28MPa以上で中等級道路路床基準を満たすことから図中の点線より左上の締固め条件で施工すれば基準を満たすので、これにより締固め条件の目安が得られる。

表-2は、黄色粘性土を用いて室内締固め試験より求めた最適含水比 $w_{opt}=15.9\%$ 付近と $w_{opt}+5=22\%$ 付近で試験施工した路床の締固め度と飽和度の比較をしたものである。いずれを見ても今回の試験範囲内では大差は認められなかった。

4. まとめ

黄色・黒色粘性土に関して、今回の研究範囲内で得られた結果は以下の通りである。

- 1) 飽和土の方が不飽和に比して乾燥密度が増加すると圧縮指数が減少する傾向が大きい。試料土によって減少の度合いが異なる。
- 2) 黄色粘性土の場合、 $I_c=1.1$ 付近が吸水・膨張特性が最も安定しており、今回の実験範囲内で黒龍江省道路設計基準を満たす条件を定量的に見い出すことが出来た。

【参考文献】

- 1) 中華人民共和国交通部編：中華人民共和国行政標準 公路土工試験規程、pp.120-135、1993.12.
- 2) 中華人民共和国交通部編：中華人民共和国行政標準 公路土工試験規程、pp.102-112、1993.12.

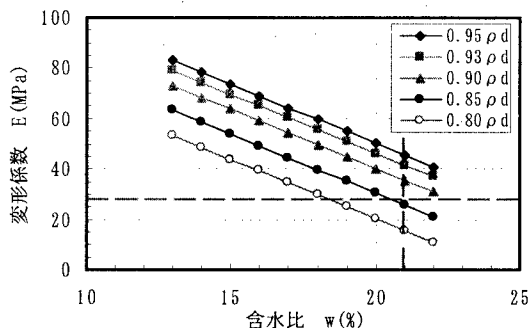


図-6 変形係数と含水比の関係(黄色粘性土)

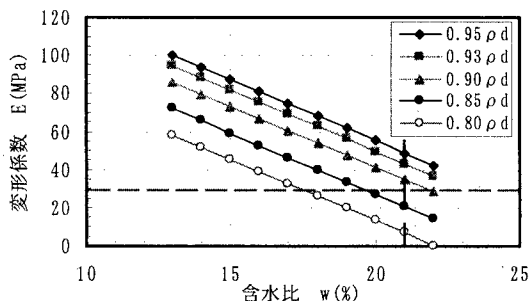


図-7 変形係数と含水比の関係(黒色粘性土)

表-2 締固め度の比較(試験施工時・黄色粘性土)

w_{opt} で締め固めたとき		$w_{opt}+5\%$ で締め固めたとき	
締固め度 D_c (%)	飽和度 S_r (%)	締固め度 D_c (%)	飽和度 S_r (%)
102.2	79.5	99.9	82.1