

III - 232

礫混入ベントナイト混合土の現場施工実験

- 施工性について -

鹿島技術研究所 正会員 平 和男 正会員 重松和男
 鹿島東北支店 正会員 真尾征雄 正会員 藤田正次

1. はじめに

近年、基礎地盤材料に要求される機能は多様化し、止水性、支持力、耐震性等を合わせ持った材料及び施工法の開発が望まれている。そこで筆者らは、高い止水性及び地盤支持力を有する基礎地盤材料の開発を目的として、ベントナイトの膨潤特性と礫の骨格形成を利用した礫混入ベントナイト混合土（礫と砂にベントナイトを混合し、締め固めた材料）に関する研究を行い、室内試験レベルでは、止水性、強度共に優れた特性を有していること^{1)~3)}を確認している。しかし、実施工においては、混合方法、まき出し厚、転圧機械の性能等によって礫混入ベントナイト混合土の品質が左右されることが考えられるため、今回、礫混入ベントナイト混合土の施工性及び施工後の品質を確認することを目的として、実規模レベルでの施工実験を行った。本文は、そのうちの施工性についての結果を報告するものであり、施工後の品質については別報⁴⁾で報告する。

2. 使用材料及び使用機械

実験に用いた礫混入ベントナイト混合土の材料は、表-1に示すコンクリート用粗骨材（ $G_{max}=20\text{mm}$ ）、コンクリート用細骨材及びベントナイト（クニゲルV1）であり、その配合は、これまでの室内試験結果^{1)~4)}から、全乾燥土重量比率で、粗骨材 50 %、細骨材 35 %、ベントナイト15 %とし、室内試験での最適含水比（9.5 %）でこれらを混合した。材料の合成粒度分布は図-1に示したとおりである。

材料の混合には、コンクリートの製造に一般に使用されている強制二軸ミキサ（容量 2m^3 ）を用い、運搬は11tonダンプ、まき出しは 4ton級のブルドーザで行った。転圧機械は振動ローラとし、BOMAG 社のBW 200（起振力32ton）及びDYNAPAC 社のCA 251D（起振力20ton）を用いた。

3. 礫混入ベントナイト混合土の混合性

礫混入ベントナイト混合土の品質は、各材料の基本特性の他に、製造方法、転圧方法等によって決まる。そこで、まず材料の投入手順及び混合時間と混合材料のバラツキの関係をミキサで練り混ぜたコンクリート中のモルタルの差及び粗骨材量の差の試験方法（JIS A 1119）に準じて実施するとともに、混合可能な量等について検討した。

その結果、以下のことがわかった。

- ① 混合手順は、砂→礫→ベントナイト→水とした方が、ベントナイトがより均質に混合され、礫周囲へのベントナイトの付着も良くなる。
- ② ベントナイト投入後45秒、水投入後75秒程度の混合時間であれば、粗骨材量の差は 5 %以内となり、ベントナイト量、含水比共にほぼ設計配合を満足する。

ただし、連続混合の場合、ミキサの軸及び羽根に混合材料が付着し、羽根の構造等に改良すべき点はある。

- ③ 当ミキサでRCDのような超硬練りコンクリートを混練する場合、公称練混ぜ容量 2.0m^3 であれば1.3 m^3 程度

表-1 使用材料の特性

材 料	種 類	特 性
礫	コンクリート用粗骨材 ($G_{max} = 20\text{mm}$)	絶乾比重: 2.72 吸水率: 0.55 % F M: 6.60
	硬質砂岩	
砂	コンクリート用細骨材 ($G_{max} = 5\text{mm}$)	絶乾比重: 2.48 吸水率: 2.24 % F M: 2.62
	宮城県産山砂	
ベントナイト	クニゲルV1	真比重: 2.60 膨潤力: 18.3 ml/2g

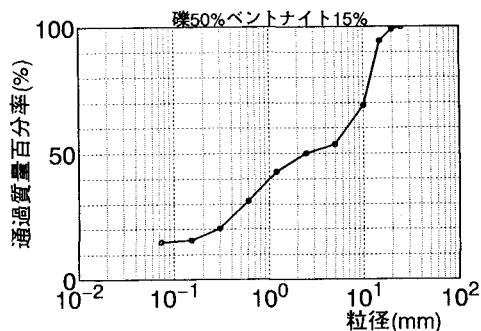


図-1 混合材料の合成粒度分布

であるのに対し、礫混入ベントナイト混合土の場合は粘性が非常に高いことから負荷がかかり、0.7～1.0 m^3 程度が限界のように判断された。

4. 礫混入ベントナイト混合土の施工性

転圧試験は、幅 3～4m、長さ10～30m、深さ 1mの試験ヤードで行った。礫混入ベントナイト混合土は、最適含水比（9.5%）で混合し、まき出し厚さは20cmを基本として、3～6層に分けて転圧した（写真－1）。その結果、今回の配合条件では以下のことがわかった。

- ① ダンプからの荷降ろし及びブルドーザによるまき出し時に、荷台や排土板等に混合土が付着して落ちないような状況はほとんど見られなかった。
- ② 振動ローラ2機種共に、転圧時にウェービングは見られず、また転圧10回程度ではローラに混合土が付着して剥がれることもなく、施工性は良好であった。
- ③ 転圧後、品質確認のためにコアボーリング及び道路カッターによるブロックサンプリングを行ったが、礫は切断され、きれいな切断面が見られた。
- ④ 振動ローラBW 200とCA 251Dの転圧回数と乾燥密度の関係と比較すると、起振力がCA 251Dの約1.5倍あるBW 200の方が乾燥密度は大きく、転圧回数6～8回で室内試験での最大乾燥密度 $\rho_{d \max}$ （1.986 tf/m^3 ）の95%以上の値が得られた（図－2）。
- ⑤ BW 200で8回転圧した後の乾燥密度 ρ_d を、RIを用いて測定した。その結果は図－3に示したとおり、平均1.926 tf/m^3 、変動係数1.4%であり、目標値の $\rho_{d \max}$ の95%以上をほぼ達成することができた。

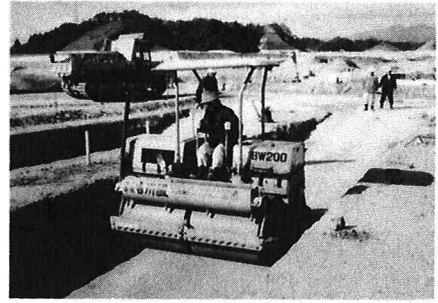
以上のことから、礫混入ベントナイト混合土は、今回の配合、まき出し厚20cm、転圧回数6～8回の条件下で起振力30 tf 程度の振動ローラを使用すれば、室内試験の95%以上の乾燥密度に締め固められる見通しを得た。

5. おわりに

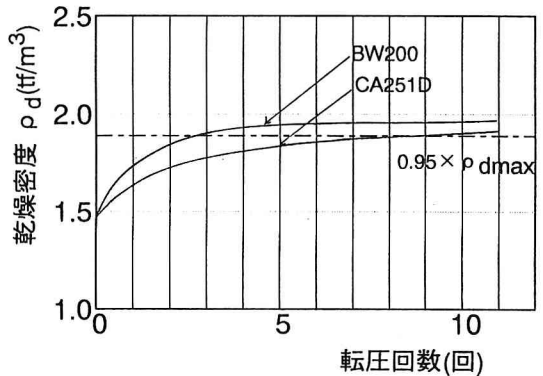
今回、礫混入ベントナイト混合土の現場施工実験を行った結果、施工性は極めて良好であり、一般の土工事で用いられる転圧機械で十分に締め固められる見通しが得られた。また、強制二軸ミキサを用いて混合した場合、混合土の設計配合をほぼ満足することができたが、製造能力が通常のコンクリートと比較して低下すること、連続混合時にミキサの羽根に混合土が付着する等の課題については、今後さらに検討する必要があると考えられる。

（参考文献）

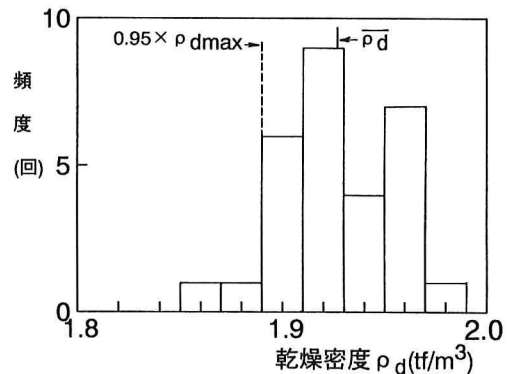
- 1) 栗原他；止水材料としての礫混入ベントナイト混合土に関する室内試験，第38回土質工学シンポジウム，1993.11
- 2) 八鍬他；礫混入ベントナイト混合土の透水係数に関する一考察，第29回土質工学研究発表会，1994.6
- 3) 田中他；礫混入ベントナイト混合土の締め固め特性について，第29回土質工学研究発表会，1994.6
- 4) 八鍬他；礫混入ベントナイト混合土の現場施工実験－透水係数と支持力について－，土木学会第49回年次学術講演会，1994.9



写真－1 BW200による転圧状況



図－2 振動ローラの転圧性能の比較



図－3 転圧8回での乾燥密度のパラツキ