

高炉水砕スラグの動的強度特性に及ぼす潜在水硬性の影響

福山市役所 正会員○赤木優子

山口大学大学院 正会員 篠崎晴彦、学生会員 大平尚美

山口大学 正会員 高宮晃一、正会員 松田博

1. 研究の目的 高炉水砕スラグは、潜在水硬性を有するため、一般には液状化の検討を行う必要性は少ないと去れている¹⁾。しかしながら、硬化前的高炉水砕スラグは Fig.1 に示すような液状化しやすい粒度分布であることから、硬化に至るまでの期間は液状化について考慮する必要がある。そこで本研究では、高炉水砕スラグの硬化前および硬化途中における動的特性の把握を目的として、高炉水砕スラグの繰返し非排水三軸試験を行なった。

2. 試験方法 使用した高炉水砕スラグの土粒子密度と最大・最小間隙比はそれぞれ $\rho_s=2.689\text{g/cm}^3$ 、 $e_{\max}=1.867$ 、 $e_{\min}=1.237$ である。供試体は直径 50mm、高さ 125mm または 100mm の円柱形で相対密度 $Dr=40\%$ （緩詰め）および $Dr=70\%$ （密詰め）となるように作成した。養生方法は作成した供試体を pH 約 12、水温約 20℃の水酸化カルシウム溶液につけて、高炉水砕スラグの有する潜在水硬性の発現を促進させて行なった。なお、養生日数は 7 日（以下、養生段階 1）、30 日（以下、養生段階 2）、40 日（以下、養生段階 3）とした。繰返し载荷は三軸圧縮試験装置を用い、100kPa の圧密後、非排水条件下で正弦波繰返し载荷（周期：10 秒）を行なった。また、豊浦標準砂について、相対密度 $Dr=50\%$ （緩詰め）および $Dr=80\%$ （密詰め）とした実験も行ない、高炉水砕スラグ（未硬化）の液状化強度と比較した。

3. 試験結果 Fig.2 に高炉水砕スラグ（未硬化スラグ）および豊浦標準砂の液状化強度曲線を示す。同図より、20 回の繰返し载荷回数で 5%の両振幅軸ひずみが発生するのに必要な応力比を繰返し強度とすると、豊浦標準砂（緩詰め）：0.125、豊浦標準砂（密詰め）：0.178、未硬化スラグ（緩詰め）：0.170、未硬化スラグ（密詰め）：0.195 である。これより、豊浦標準砂と比較して高炉水砕スラグの方が液状化に対する抵抗が大きく、更に相対密度の高いほど液状化抵抗力の大きいことがわかる。

Fig.3 に高炉水砕スラグ（養生スラグ：密詰め）の液状化強度曲線を示す。同図より、養生段階 1 では未硬化

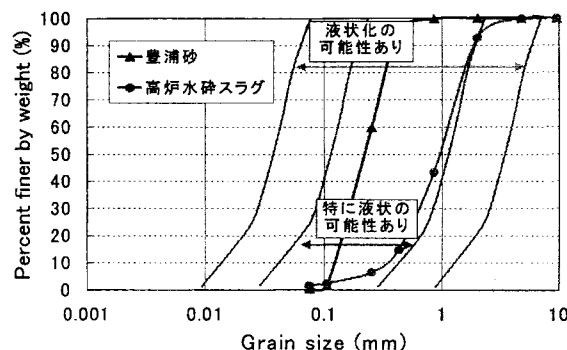


Fig.1 液状化しやすい粒度分布²⁾

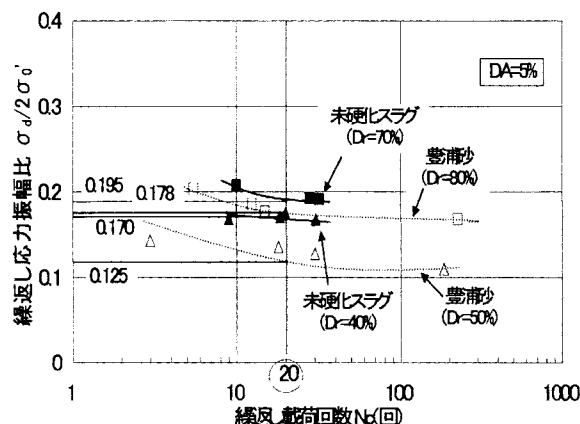


Fig.2 高炉水砕スラグ（未硬化）
および豊浦標準砂の液状化強度曲線

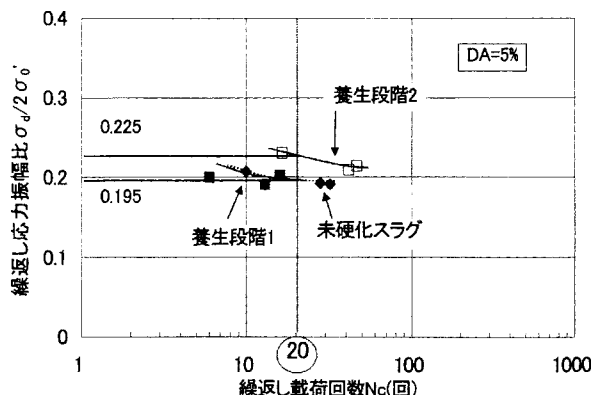


Fig.3 高炉水砕スラグ液状化強度曲線
（密詰め供試体）

スラグの繰返し強度と同程度の 0.195 である。一方、養生段階 2 においては、繰返し強度が 0.225 となっている。このことより、高炉水砕スラグの潜在水硬性の発現によって、液状化抵抗力が増加したことがわかる。また、Fig.4 に高炉水砕スラグ（養生スラグ：緩詰め）の液状化強度曲線を示す。同図より、緩詰め供試体においては養生段階 3 において液状化抵抗力が増加していることがわかる。しかし、緩詰め供試体での養生段階 3 における繰返し強度は 0.202 となっており、密詰め供試体での硬化段階 2 における繰返し強度より小さい。これより、相対密度が高い方が潜在水硬性の発現による液状化抵抗力の増加率が大きいと言える。この理由として、密詰め供試体は、緩詰め供試体と比較して固結の起点となる接触点が多いことが考えられる³⁾。

Fig.5 および Fig.6 に緩詰め供試体で未硬化および養生段階 3 の有効応力経路を示す。また、Fig.7 には密詰め供試体で養生段階 2 の有効応力経路を示す。これより、緩詰めで未硬化の供試体では液状化付近において有効応力の変動が大きく急激に減少しているのに対し、緩詰めで硬化途中の供試体では液状化付近における有効応力の変動は小さく、徐々に減少している。このような有効応力の挙動は、密詰めで硬化途中の供試体においても同様の傾向が見られる。これより、高炉水砕スラグの潜在水硬性の発現に伴い、液状化抵抗力が増加していると考えられる。

4. まとめ 高炉水砕スラグの動的強度特性について、以下のことが言える。①未硬化状態において高炉水砕スラグは豊浦標準砂以上の液状化強度を持つ。②相対密度が高いほど液状化に対する抵抗が大きい。③潜在水硬性の発現に伴い、高炉水砕スラグの液状化強度は増加する。④相対密度が高い方が潜在水硬性の発現が早期に見られ、繰返し強度の増加率が大きい。

参考文献

- 1) (財) 沿岸開発技術研究センター、鉄鋼スラグ協会：港湾工事用水砕スラグ利用手引書；1989.
- 2) 運輸省港湾局：港湾の施設の耐震設計に係る当面の措置；1997.
- 3) 橋邦夫、菊池喜昭、尾島啓介、星秀明、篠崎晴彦：高炉水砕スラグの固結に及ぼす要因について（その 1 各種要因の影響）；土木学会第 57 回年次学術講演概要集；III-031, pp.61-62, 2002.

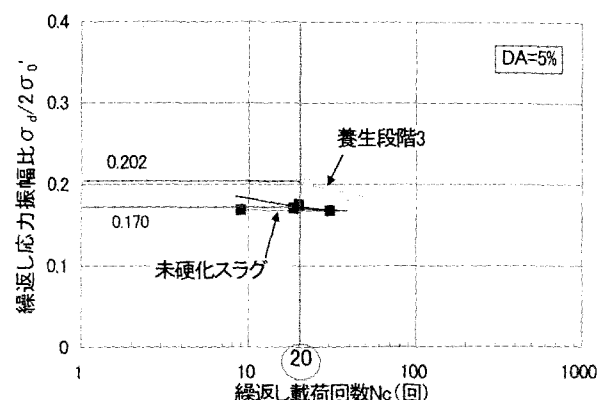


Fig.4 高炉水砕スラグの液状化強度曲線（緩詰め供試体）

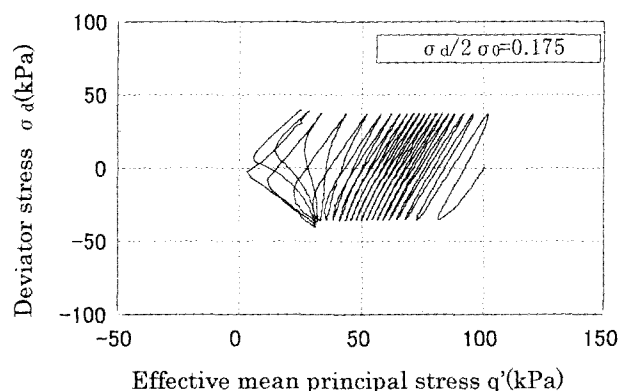


Fig.5 有効応力経路（未硬化スラグ：緩詰め）

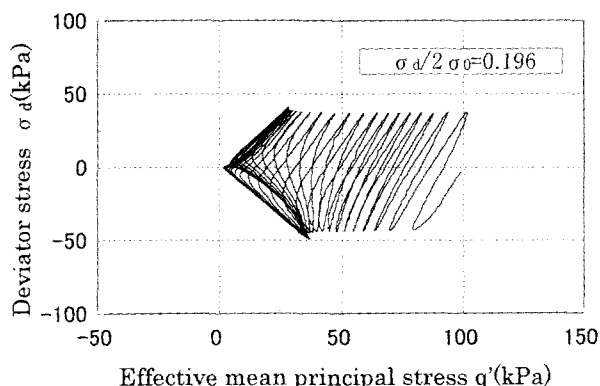


Fig.6 有効応力経路（養生段階3：緩詰め）

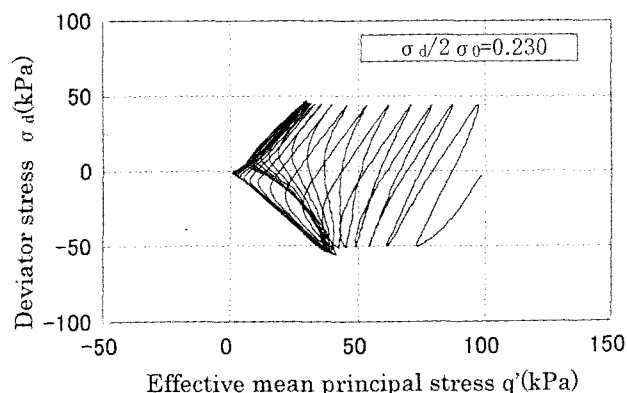


Fig.7 有効応力経路（養生段階2：密詰め）