

神戸層泥岩岩砕締固め供試体の水浸に伴う圧縮沈下 及びせん断強度低下と初期空気間隙率の関係について

神戸大学大学院

学生会員 ○北山 孝裕

神戸大学工学部

細谷 和弘

神戸大学都市安全研究センター 正会員

吉田 信之

1. はじめに

筆者らは、昨年度に引き続き、神戸市内の造成現場で新たに採取した神戸層群藍那累層泥岩岩砕について多段階圧縮水浸一面せん断試験を実施し、同じ岩種でも採取位置の違いによって水浸によるせん断強度の低下の仕方が異なることなどを報告した¹⁾。

本報では、今回試験を行った藍那累層泥岩及び過去に実施した神戸層群白川累層泥岩の試験結果に基づいて、水浸に伴う圧縮沈下及びせん断強度低下と初期空気間隙率の関係について考察した。なお、紙数の都合上、供試体作成方法及び試験方法に関しては、既報^{2,3)}を参照願いたい。

2. 試料の基本的性質

試料は、既報^{2,3)}の泥岩岩砕とは異なる箇所から採取した神戸層群藍那累層泥岩岩砕及び神戸市北区の造成現場内で採取した神戸層群白川累層泥岩岩砕である。その基本的性質を表-1に示す。なお、液性限界及び塑性限界は岩砕を粉碎した試料を用いて行ったものである。また、最大乾燥密度及び最適含水比は地盤工学会 B-b 法に基づく締固め試験から得られたものである。

図-1は、空気乾燥状態及び24時間水浸させた岩砕片で行った圧裂引張試験結果から得られた引張強度-含水比関係である。白川泥岩では水浸による強度低下傾向が見られる。なお、図中、藍那泥岩の水浸時のプロットが示されていないが、これは岩砕片を24時間水浸させると原形をとどめないほど細粒化したため試験ができなかったからである。したがって、藍那泥岩は、白川泥岩より含水比の変化に敏感であると推察できる。

3. 考察

(1) 水浸沈下及び強度低下

図-2に水浸過程で発生した軸ひずみ増分(水浸ひずみ増分)と載荷圧の関係を示す。両泥岩ともに水浸ひずみ増分は、載荷圧にかかわらず締固め度が低いほど大きい。また、水浸ひずみ増分は、締固め度が同じ場合、必ずしも載荷圧とともに大きくなるとは限らない。これは、多段階圧縮過程での岩砕片の破碎と再配列による構造の安定化の程度に依存しているためではないかと考えられる。

表-1 試料の基本的性質

試料	藍那泥岩	白川泥岩
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.692	2.474
自然含水比 w_n (%)	16.8	29.3
液性限界 w_L (%)	44.7	53.4
塑性限界 w_p (%)	30.0	39.0
塑性指数 I_p (%)	14.6	14.4
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.536	1.302
最適含水比 w_{opt} (%)	23.6	20.5

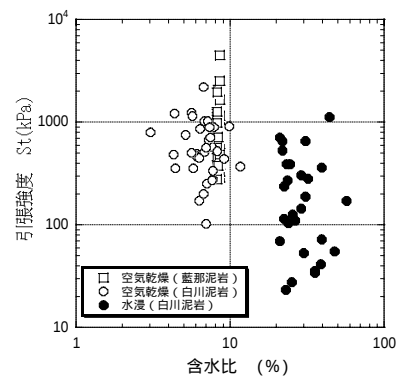


図-1 引張強度 - 含水比関係

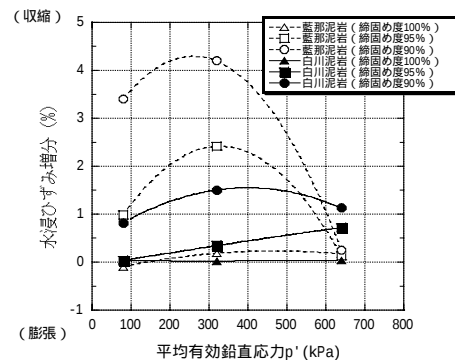


図-2 水浸 ϵ - p' 関係

キーワード 軟岩，盛土，水浸沈下，せん断強度，空気間隙率

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1 都市安全研究センター TEL 078-803-6031

表-2 に、試験結果に最小二乗法を用いて求めたピークせん断強度定数を示す。藍那泥岩と白川泥岩では内部摩擦角に差があることがわかる。さて、藍那泥岩では、粘着成分は締固め度にかかわらず水浸作用により減少し、締固め度が高いほどその減少は小さいことがわかる。一方、内部摩擦角は、締固め度 100% では若干減少しているが、締固め度 95%、90% ではほとんど変化していない。また、白川泥岩でも水浸によって粘着成分の減少傾向が見られるが、藍那泥岩ほど大きな減少ではない。内部摩擦角は、締固め度にかかわらず水浸作用により減少し、締固め度が高いほどその減少は小さいことがわかる。

(2) 初期空気間隙率の関係

図-3 に、水浸ひずみと初期空気間隙率の関係を示す。ここで、水浸ひずみとは水浸後の全圧縮ひずみから水浸前の全圧縮ひずみをひいたものである。藍那泥岩では、初期空気間隙率が概ね 8~10% 以上で水浸ひずみが急増していることが分かる。ただし、載荷圧 640kPa では水浸ひずみの急増が見られない。一方、白川泥岩では 8~12% 以上で水浸ひずみが急増している。

次に、図-4 に強度低下率と初期空気間隙率の関係を示す。強度低下率は、多段階圧縮一面せん断試験のせん断過程から得られたせん断応力 - せん断変位関係を用いて、 $R = (1 - \tau_{smax} / \tau_{mmax}) \times 100$ で計算したものである。ここで、 R : 強度低下率(%), τ_{smax} : 水浸状態でのピークせん断応力(kPa), τ_{mmax} : 非水浸状態でのピークせん断応力(kPa)である。図より、白川泥岩については初期空気間隙率が高いほどまた載荷圧が小さいほど強度低下率が大きくなる傾向が認められる。藍那泥岩でもバラツキはあるものの同様の傾向を呈している。ところで、上述の水浸ひずみが急増する初期空気間隙率（藍那泥岩：8~10%、白川泥岩：8~12%）で強度低下率が 20% 以上になる場合もある。特に、締固め度 95% で載荷圧 80kPa の場合、両泥岩ともに水浸ひずみは殆ど生じていないが、強度低下率は 20% 以上になっている。

4. まとめ

神戸層群藍那累層泥岩及び白川累層泥岩の岩砕締固め供試体について、多段階圧縮水浸一面せん断試験結果に基づいて、水浸による圧縮沈下並びにせん断強度低下と初期空気間隙率との関係について検討した。現在、締固め管理の目安とされている初期空気間隙率 15% では、特に藍那累層泥岩については水浸圧縮沈下及びせん断強度低下ともに大きくなる場合があることが分かった。なお、どの程度のせん断強度低下が實際上許容されるのかについては今後の検討課題であり、さらに研究を継続していく予定である。

【参考文献】1) 北山ら：水浸による神戸層泥岩の岩砕締固め供試体のせん断強度低下について、第 38 回地盤工学会研究発表会講演概要集，2003（発表予定）2) 細川ら：多段階圧縮水浸一面せん断試験に基づく神戸層群藍那累層泥岩岩砕の圧縮沈下及びせん断強度特性，第 37 回地盤工学会研究発表会講演概要集，pp. 613-614, 2002. 3) 細川ら：多段階圧縮水浸一面せん断試験による神戸層群藍那累層泥岩岩砕の力学特性について，第 57 回土木学会年次学術講演会講演概要集，pp. 919-920, 2002.

表 - 2 ピークせん断強度定数

		藍那泥岩		白川泥岩	
		粘着成分 c' (kPa)	内部摩擦角 ϕ' (deg)	粘着成分 c' (kPa)	内部摩擦角 ϕ' (deg)
締固め度 100%	非水浸	153.8	20.5	169.2	38.7
	水浸	139.1	17.5	152.9	37.6
締固め度 95%	非水浸	114.0	21.2	117.8	35.8
	水浸	62.2	21.8	97.6	31.5
締固め度 90%	非水浸	112.8	21.2	114.0	31.6
	水浸	46.6	21.8	92.4	26.9

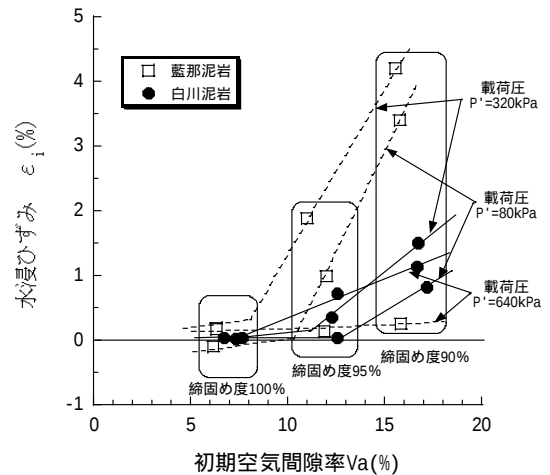


図 - 3 ϵ_i - V_a 関係

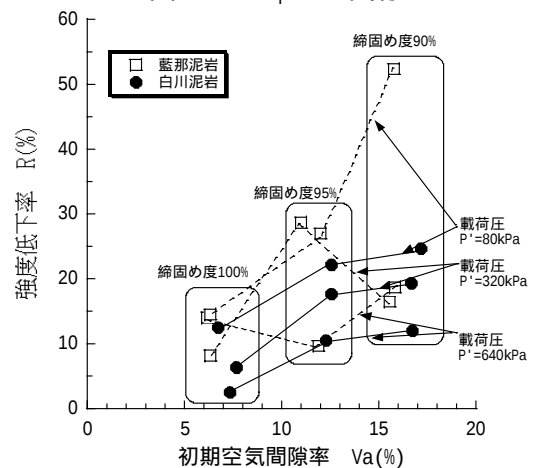


図 - 4 R - V_a 関係