

亀裂性岩盤の塑性化前後のせん断強度特性について

西日本高速道路㈱ 正会員 ○安部 哲生

西日本高速道路㈱ 正会員 萩野 千晶、橋 豊

西日本高速道路㈱ フェロー 前田 良刀

基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 柳浦 良行、栗津 和也

1. まえがき

斜面上の深礎基礎など、基礎構造物の設計において岩盤を支持地盤とする場合にその地盤強度・変形特性を合理的に評価することは重要である。特に、作用荷重下において地盤抵抗を弾性領域と塑性化領域に分ける弾塑性的設計法では塑性化前後のせん断強度の評価が設計結果に大きな影響を与えるが、一般的には塑性化後のせん断強度定数を大幅に低減する経験的方法が適用されている。¹⁾

本論文は、亀裂を含む岩盤の塑性化前後のせん断強度特性を合理的に評価するため同一の供試体で一体的に強度定数を求めることのできる多段階三軸試験²⁾を用いて、せん断強度の低減状況を比較したので報告する。

2. 多段階三軸試験方法

図1に示すような亀裂性の岩盤(溶結凝灰岩)コアを用いて直径5cm、高さ10cm程度の供試体を表1のように作成した。供試体にある欠落部分は、試験中のゴムスリーブの破損を避けるため、強度の低い石膏を充填した。試験は、図2に示すようにセットし、供試体の飽和度を高めるため、バックプレッシャーを 0.3MN/m^2 作用させる。側圧は $0.03 \rightarrow 0.06 \rightarrow 0.12 \rightarrow 0.24 \rightarrow 0.48\text{MN/m}^2$ と段階的に増加する増圧過程と、その逆に減少させる減圧過程があり、それぞれの側圧においてひずみ速度 $0.05\%/min$ で非排水せん断を行った。

増圧過程では破壊する直前で荷重を除荷する。徐荷後は次の側圧へ増圧し最大側圧まで同様の操作を繰り返す(増圧過程⇒塑性化前のピーク強度に相当)。最大側圧で破壊させ、残留強度が現れるまでせん断を行い除荷する。その後は側圧を減圧させて同様の操作を繰り返す(減圧過程⇒塑性化後の残留強度に相当)。

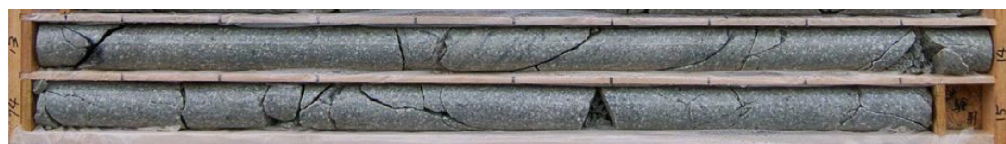


図1 試験に用いた亀裂性岩盤(CM級、溶結凝灰岩)

表1 試験供試体の諸元

岩種	供試体番号		クラック角 (度)	クラックの状態	自然密度 (g/cm^3)	側圧	c' (MN/m^2)	ϕ' ($^\circ$)
溶結凝灰岩	No.1	R-1	50	密着	2.582	増圧	4.256	73.1
						減圧	0.551	69.7
	R-2		52	密着	2.598	増圧	2.309	81.5
						減圧	0.047	44.8
	No.2-2	R-3	50	分離・グリップ [°]	2.582	増圧	1.357	67.4
						減圧	0.106	56.1
	R-4		62	分離・スリップ [°]	2.585	増圧	0.049	44.0
						減圧	0.123	42.8
	No.2-3	R-1	55	分離・スリップ [°]	2.558	増圧	0.056	52.7
						減圧	0.056	52.7
	R-2		56	分離・スリップ [°]	2.583	増圧	0.651	67.4
						減圧	0.134	51.6



図2 多段階三軸試験装置

多段階三軸試験、岩盤のせん断強度、塑性化

西日本高速道路㈱ 本社 (大阪府大阪市北区堂島 1-6-20 堂島アパホテル 19F・TEL 06-6344-7095・FAX 06-6344-7184)

基礎地盤コンサルタンツ㈱ 関西支社 (大阪府大阪市西区阿波座 1丁目 11番 14号・TEL 06-6536-1591・FAX 06-6536-1503)

3. 試験結果と評価

試験結果の一例を図3に示す。また、図4に亀裂性岩盤の塑性化前と塑性化後のせん断強度の比較、図5・図6に粘着力 c および内部摩擦角 ϕ の低下状況および低減率を示す。図5・図6の両図には、同一試験機で行われた岩質の異なる供試体（花崗岩、粘板岩、砂岩）の多段階三軸試験結果³⁾も追記した。岩質によってせん断強度の低下状況は異なるが、内部摩擦角 ϕ の低下は少なく、粘着力 c の低下が大きいことが分かる。ただし、今回試験したCM級の中硬岩でも、残留強度としての粘着力 c がゼロとなることは少ない。

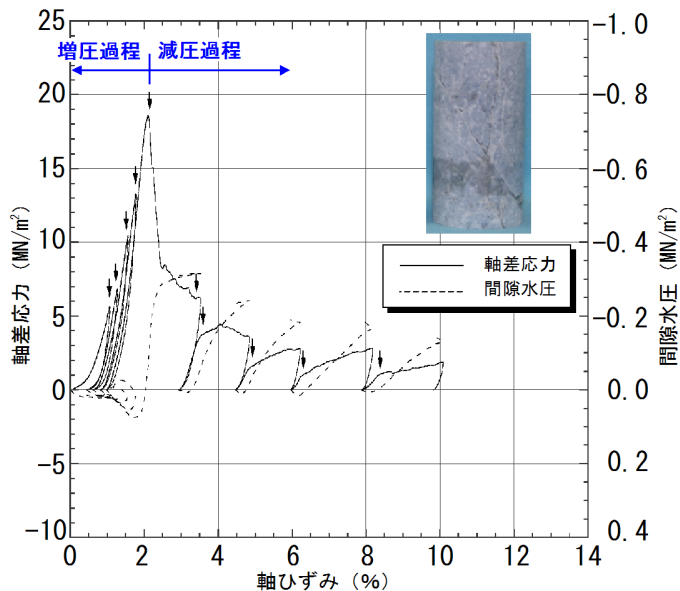


図3 軸差応力～軸ひずみ (No. 2-3 R-2 供試体)

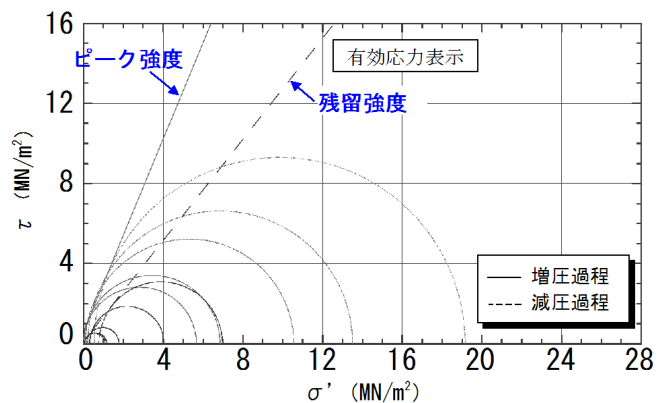


図4 モールの応力円 (No. 2-3 R-2 供試体)

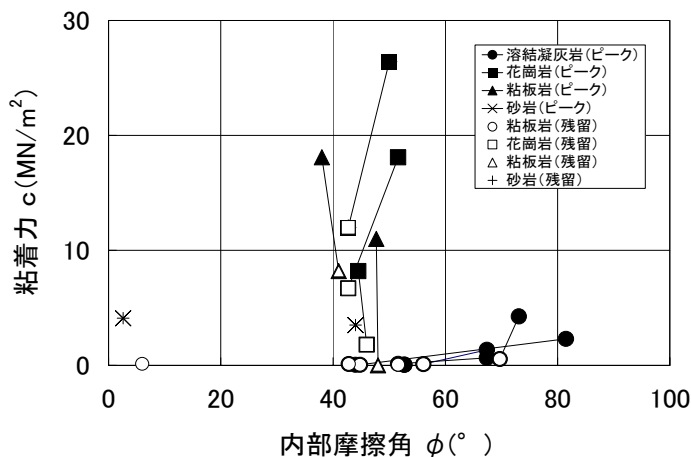


図5 せん断強度 (c , ϕ) の低下状況

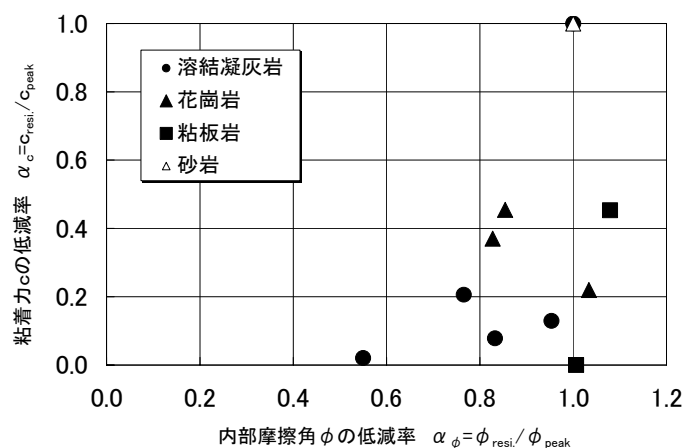


図6 粘着力 c と内部摩擦角 ϕ の低減率

4. まとめ

- ① 亀裂性岩盤の塑性化前後のせん断強度を同一の供試体を用いた多段階三軸試験で評価することが可能である。
- ② 亀裂性岩盤の塑性化前後のせん断強度は、内部摩擦角 ϕ の低下は小さいが粘着力 c の低下は大きい。ただし、残留強度としての粘着力 c がゼロになることは少ない。

【参考文献】

- 1) 西日本高速道路株式会社 他：設計要領 第二集 橋梁建設編、2009年7月
- 2) 赤井浩一、大西有三、李徳河：多段階三軸試験とその飽和軟岩への適用について：土木学会論文集、1981、No.311、pp.93-102
- 3) 垣好彦、城戸渉：ジョイントを含む岩への多段三軸試験の適用、土と基礎、1983年11月、pp.17-22