

1 はじめに

地表近くに露出する岩盤は、強い風化作用を受けており、その多種多様な風化段階に応じて、岩盤の力学的挙動を異にする。それ故に岩盤調査の段階で、岩盤の風化性状を明らかにすることは、基本的事項であると考えられる。この観点から、本州四国連絡橋の予定ルート沿いから採取した花こう岩の場合について、風化機構ならびに岩盤調査との結びつきについて若干の検討を行なった。

2 花こう岩の風化

岩石の風化は、化学的風化と物理的風化とに分けられる。化学的風化とは、構成鉱物の化学的分解あるいは溶解による岩石の粘工化現象を意味し、物理的風化は、荷重除去、熱膨張、凍結作用、鉱物成長などによって、岩石が機械的に小片状に分解される現象である。

化学的風化指数：未風化花こう岩からマサ化した岩石までの一連の試料を選び、化学分析を行なった（表-1）。従来から化学的風化の指標として使われる風化ポテンシャル指数と風化進行指数の算定によれば、マサ化した試料の指数もほとんど未風化岩と変わらないことが明らかになった。また有色鉱物のX線分析からも、10～12Åの黒雲母、加水黒雲母の存在が確認されたのみで、化学的風化の著しい試料にみられるパーミキュライト、ギブサイト、ハロイサイトは、ほとんど存在しないかあっても微量であることが示された。このことは、調査地域のように海岸線近くの急傾斜地にあり年間雨量の多い所では、風化花こう岩の流水によるさくはく現象が著しく、化学的な風化の熟成の場として適さないことを意味する。化学的風化の初期段階では、2価の鉄は3価の鉄に酸化されることに注目し、全鉄の中で3価の鉄が占める割合を $2\text{Fe}_2\text{O}_3 / (\text{FeO} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3)$ （モル比）で与え、それを化学的風化指数とした。 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 / (\text{FeO} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3)$ は、有色鉱物の800℃における強熱減量と良い相関関係にあり（図-1）、化学的風化指数としての有効性を示している。

物理的風化指数：物理的風化の要因には色々あるが、それらはいずれも割れ目の発生あるいは既存割れ目の開口の原因となる。そこで割れ目密度を定義し、それを物理的風化指数とした。すなわち、割れ目密度 = $\Sigma l_i / \Sigma L_j \times 100$ 。ここで、 ΣL_j は色々な方向に張られた測線の全長で、 Σl_i は測線と交差する割れ目幅の長さの合計である（薄片の顕微鏡観察により測定する）。割れ目密度の測定には、物質の溶脱による空隙量の増加分を含まないので、純粹に機械的原因による割れ目数あるいは割れ目幅の増加を反映するものと考

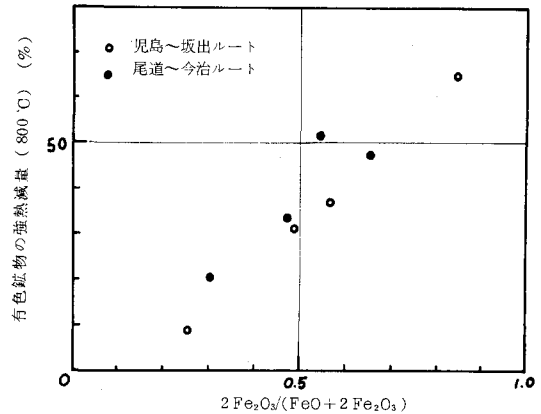


図-1 化学的風化指数

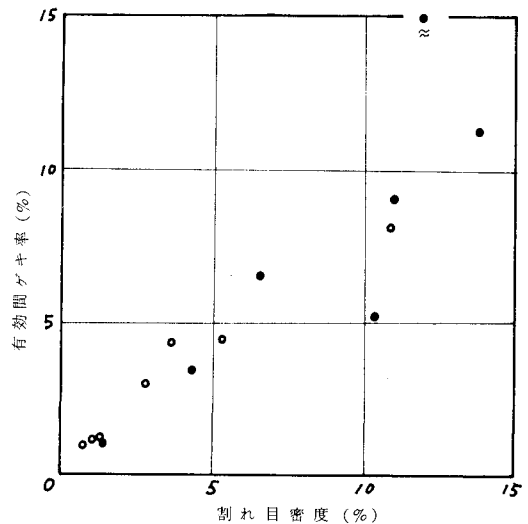


図-2 割れ目密度と有効間ゲキ率の関係

成分 試料	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁽⁺⁾	H ₂ O ⁽⁻⁾	P ₂ O ₅	Total
因島	75.60	0.12	13.19	0.82	0.82	0.04	0.13	0.81	3.82	3.20	0.75	0.41	0.01	99.72
3	74.97	0.12	13.43	0.56	1.16	0.04	0.12	0.78	3.78	3.76	0.76	0.15	0.01	99.64
4	75.41	0.12	13.46	1.01	0.76	0.05	0.05	0.71	3.61	4.01	0.25	0.75	0.02	100.21
5-1	76.28	0.04	12.87	1.02	0.48	0.03	0.12	0.62	3.49	4.15	0.18	0.87	tr	100.15
6	74.42	0.10	13.45	1.27	0.42	0.04	0.16	0.31	3.06	4.19	0.78	1.67	0.01	99.89
下津井 1-1	74.49	0.21	13.72	0.41	1.13	0.05	0.14	1.21	3.91	4.19	0.02	0.37	0.01	99.86
2-1	75.14	0.10	13.14	0.98	0.91	0.04	0.12	0.98	3.43	4.25	0.27	0.70	0.01	100.07
2-2	74.05	0.09	13.53	1.24	0.86	0.04	0.25	0.83	2.93	4.39	0.38	1.19	0.02	99.80
4-6	73.40	0.21	13.52	1.97	0.34	0.04	0.47	1.24	3.36	4.17	0.33	1.03	0.01	100.14
8-1	63.96	0.76	16.59	2.34	0.42	0.09	0.78	2.34	2.71	4.21	2.23	3.51	0.04	99.98

えて良い。図-2に割れ目密度と間隙率との関係を示した。間隙率の増加はほとんど割れ目の増加で説明でき、化学的溶脱にともなう空隙の影響は無視できる程度に小さいことを示している。

3 岩盤調査に関する若干の考察

調査地域の花こう岩の風化の特徴は、物理的分解過程による割れ目の増加あるいは既存割れ目の開口である。一見巨視的割れ目を含まなかにみえる供試体も、微視的スケールの割れ目を無数に含んでいる。図-3は、ショアー反発値と割れ目密度との関係を示している。割れ目密度が増加すると、供試体の構成粒子は緩み、ショアー反発値を低下させていることが分る。すなわちショアー反発値は、供試体の微視的割れ目の状態を敏感に反映しているといえる。従来のボーリングコアの調査では、割れ目数を測定する際、肉眼で観察できる割れ目だけに注目していたが、ショアー硬度計の導入により、岩石に含まれる微視的割れ目の簡単な推定が期待される。図-4は、プレッソメーターによる横方向変形係数 E_s とショアー反発値との関係を示している。図から供試体の微小割れ目密度が E_s の値に重要な影響を持つことが知られる。勿論、 E_s は微小割れ目密度のみならず、巨視的割れ目密度や構成鉱物の硬軟にも左右される。これらの影響を適当に評価するならば、 E_s などの力学的量も十分な精度で推定できるものと期待される。

表-1 化学分析結果 (重量%)

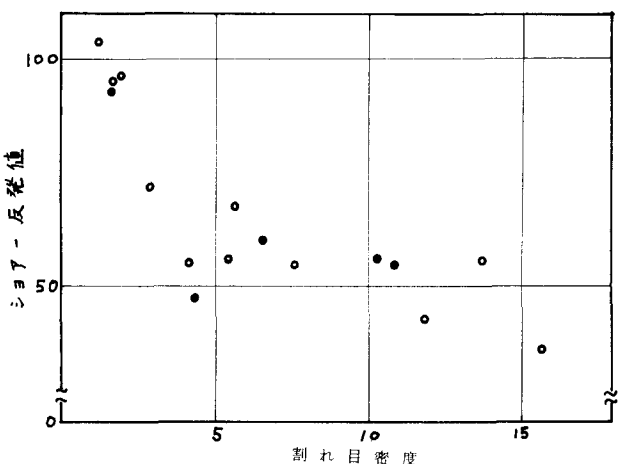


図-3 割れ目密度とショアー反発値の関係

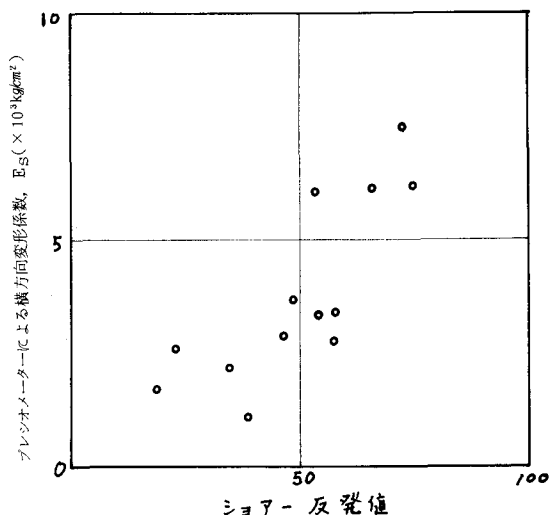


図-4 ショアー反発値と E_s の関係