

제3장 흙과 암반의 분류 및 기재방법

3.1 흙의 분류 및 기재방법

3.2 암반의 분류 및 기재방법

제 3 장 흙과 암반의 분류 및 기재방법

3.1 흙의 분류 및 기재방법

- 흙의 분류는 성질이 다른 여러 흙을 간단한 시험을 근거로 몇 가지 무리로 나누어 사전에 그 흙의 공학적 성질을 파악하여 흙의 기초자료로 활용할 목적으로 시행하였다.

3.1.1 토질의 분류방법

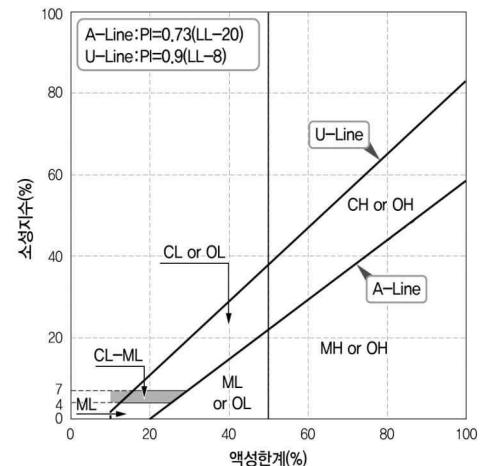
구 분	설 명
흙의 분류	<ul style="list-style-type: none"> • 흙의 공학적 분류는 1차 육안관찰에 의한 분류 수행 • 실내시험을 통한 통일분류법(KS F2324, USCS)을 기준으로 2차 분류 수행
기재 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 시추주상도의 지층구분은 통일된 기호 사용 • N값에 의해 사질토의 상대밀도 및 점성토의 연경도 판단 • 채취된 교란시료의 육안관찰 및 물성시험에 근거하여 통일분류법을 기준으로 기재
기술 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 지층상태는 매립층, 전답토, 풍화토, 풍화암, 연암 및 경암으로 지층 구분 • 점성토의 연경도 및 사질토의 상대밀도와 습윤도, 색조, N값 등을 고려하여 기재 • 함수상태는 건조(Dry), 습윤(Moist), 젖음(Wet) 및 포화상태(Saturated)로 구분 • 색조는 흑색, 갈색, 홍색, 적색, 황색 등에 담(연한)과 암(진한)의 접두어 사용

▶ 육안관찰에 의한 분류(1차 분류)

구 분	토립자의 육안 판별과 일반적인 상태	손으로 쥐었다 놓음		습윤상태에서 손가락으로 끈모양으로 풀 때
		건조상태	습윤상태	
모 래 (Sand)	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 입자의 크기가 판별 될 수 있는 입상을 보임 • 건조상태에서 흩어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 덩어리지지 않고 흐트러짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 덩어리지거나 가볍게 건드리면 흩어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 끈모양으로 꼬아지지 않음
실트질 모래 (Silty Sand)	<ul style="list-style-type: none"> • 입상이나 실트나 점토가 섞여서 약간 점성이 있음 • 모래질의 특성이 우세함 	<ul style="list-style-type: none"> • 덩어리지거나 가볍게 건드리면 흩어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 덩어리지며 조심스럽게 다루면 부서지지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> • 끈모양으로 꼬아지지 않음
모래질 실트 (Sandy Silt)	<ul style="list-style-type: none"> • 적당량의 세립사와 소량의 점토를 함유하고 실트입자가 반 이상임 	<ul style="list-style-type: none"> • 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음 • 부서지면 밀가루와 같은 감촉 	<ul style="list-style-type: none"> • 덩어리지며 자유롭게 다루어도 부서지지 않음 • 물을 부으면 서로 엉킴 	<ul style="list-style-type: none"> • 끈모양으로 꼬아지지 않으나 작게 끊어지고 부드러우며 약간의 점성이 있음
실 트 (Silt)	<ul style="list-style-type: none"> • 세립사와 점토는 극소량을 함유하고 실트입자의 함량이 80%이상 건조되면 덩어리지거나 쉽게 부서져서 밀가루 감촉의 가루가 됨 	<ul style="list-style-type: none"> • 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> • 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않으며 물에 젖으면 서로 엉킴 	<ul style="list-style-type: none"> • 완전히 꼬아지지 않으나 작게 끊어지는 상태로 꼬아지고 부드러움
점 토 (Clay)	<ul style="list-style-type: none"> • 건조되면 아주 딱딱한 덩어리가 됨 • 건조상태에서 잘 부서지지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> • 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> • 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않으며 찰흙상태로 됨 	<ul style="list-style-type: none"> • 길고 얇게 꼬아짐 • 점성이 큼

▶ 통일분류법에 의한 토질의 공학적 분류(2차 분류)

주요구분			문자	대표적인 흙	분류기준			
조립토 200번체에 50%이상 남음	자갈 (Gravel) 조립토중 4번체 (4.76mm)에 50% 이상 남음	세립분이 약간 또는 거의 없는 자갈	GW	• 입도분포가 좋은 자갈 또는 자갈과 모래의 혼합토	세립분의 함유율에 의한 분류	$C_u > 4, C_u = D_{60}/D_{10}$ $1 \leq C_c \leq 3,$ $C_c = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$		
			GP	• 입도분포가 나쁜 자갈 또는 자갈과 모래의 혼합토		GW의 조건이 만족되지 않을때		
		세립분을 함유한 자갈	GM	• 실트질의 자갈 또는 자갈, 모래, 실트의 혼합토		200번체 통과율이 5% 이하 인 경우 GP, GW, SP, SW	소성도에서 A선 아래 또는 $I_p < 4$	소성도에서 사선을 한 부분에서는 이중기호로 분류
			GC	• 점토질의 자갈 또는 자갈, 모래, 점토의 혼합토			소성도에서 A선 위 또는 $I_p < 7$	
	모래 (Sand) 조립토중 4번체 (4.76mm)를 50% 이상 통과	세립분이 약간 또는 거의 없는 모래	SW	• 입도분포가 좋은 모래 또는 자갈질의 모래	200번체 통과율이 12%이상인 경우 GC, GM, SC, SM		$C_u > 6$ $1 \leq C_c \leq 3$	
			SP	• 입도분포가 나쁜 모래 또는 자갈질의 모래			SW의 조건이 만족되지 않을 때	
		세립분을 함유한 모래	SM	• 실트질의 모래 • 모래, 실트의 혼합토		200번체 통과율이 5~12% 인 경우 2중문자로 표시	소성도에서 A선 아래 또는 $I_p < 4$	소성도에서 사선을 한 부분에서는 이중기호로 분류
			SC	• 점토질의 모래 • 모래, 점토의 혼합토			소성도에서 A선 위 또는 $I_p < 7$	
세립토 200번체를 50%이상 통과	액성한계 50%이하인 실트 또는 점토		ML	• 무기질의 실트, 매우 가는 모래, 암분, 소성이 작은 실트질의 세사	• 소성도(Plasticity Chart)는 조립토에 함유된 세립분과 세립토를 분류하기 위 해 사용된다.			
			CL	• 소성이 중간치 이하인 무기질 점토, 자갈질 점토, 모래질 점토, 실트질 점토, 소성이 작은 점토				
			OL	• 소성이 작은 실트 및 실트질 점토				
	액성한계 50%이상인 실트 또는 점토		MH	• 무기질의 실트, 운모질 또는 규사의 세사 및 실트질 흙, 소성이 큰 실트				
			CH	• 소성이 큰 무기질의 점토, 소성이 큰 점토				
			OH	• 소성이 중간치 이상인 유기질 점토				
			유기성 흙					Pt



3.1.2 토질의 기재방법

- 토질의 기술은 색상, 밀도, 구성입자의 크기, 함수량, 표준관입시험 N값으로부터 관계 지어지는 점성토의 연경도, 사질토의 상대밀도 등으로 기재

▶ 토질의 기재항목 및 방법

항 목	토 질	기재방법
연경도	점토 및 실트	• 매우연약, 연약, 보통견고, 견고, 매우견고, 고결
상대밀도	모래 및 자갈	• 매우느슨, 느슨, 보통조밀, 조밀, 매우조밀
색채	—	• 파란색, 회색, 갈색, 노란색, 빨간색, 검정색과 필요에 따라 연한, 짙은 얼룩진 등과 같은 수식어 사용
함수량	—	• 건조, 습윤, 젖음, 포화

▶ 점성토의 연경도 및 강도와의 관계

N 값	연경도	전단강도(kPa)	일축압축강도 (kPa)
N < 2	매 우 연 약 (Very soft)	14 이하	25 이하
2 ~ 4	연 약 (Soft)	14~25	25~50
4 ~ 8	보 통 (Medium)	25~50	50~100
8 ~ 15	견 고 (Stiff)	50~100	100~200
15 ~ 30	매 우 견 고 (Very stiff)	100~200	200~400
N > 30	고 결 (Hard)	200 이상	400 이상

▶ 사질토의 상대밀도 및 내부마찰각의 관계

N 값	상대밀도 $Dr = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \times 100(\%)$		내부마찰각 (°)	
			Peck	Meyerhof
N < 4	매 우 느 슨 (Very loose)	0.0%~20.0%	< 28.5	< 30.0
4 ~ 10	느 슨 (Loose)	20.0%~40.0%	28.5~30.0	30.0~35.0
10 ~ 30	보 통 (Medium)	40.0%~60.0%	30.0~36.0	35.0~40.0
30 ~ 50	조 밀 (Dense)	60.0%~80.0%	36.0~41.0	40.0~45.0
N > 50	매 우 조 밀 (Very dense)	80.0% <	41.0 <	45.0 <

▶ 토사의 색조

구 분		내 용									
색조	1	담					암				
	2	분홍	홍	황	갈	감람	녹	회			
	3	분홍	적	황	갈	감람	녹	청	백	회	흑

▶ 토사의 함수상태

구 분	건 조(Dry)	습 윤(Moist)	젖 음(Wet)	포 화(Saturated)
함수비(%)	0~10	10~30	30~70	70 이 상

3.2 암반의 분류 및 기재방법

- 본 조사에서는 시추굴진시의 상황과 코어의 암질상태를 고려하여 암반분류를 수행하였다.

3.2.1 암반의 분류방법

▶ 기재사항

구 분	설 명
암반 분류	<ul style="list-style-type: none"> • 국토교통부 분류기준에 따라 풍화토, 풍화암, 연암, 경암으로 분류 • 국내·외 암반분류 기준을 참조함
기재 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 암석의 풍화상태, 불연속면의 간격, 강도 및 암질표시는 ISRM(국제암반역학회)에 의거하여 분류 • 시추코어를 암석시험 및 육안 관찰하여 American Institute of Professional Geologist에서 제시한“공학적 목적을 위한 암석시료의 채취방법 및 시추주상도 작성방법”에 의거 주상도 작성
기재 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 색, 불연속면(Discontinuity)의 간격과 상태, 풍화상태, 강도, 암석명 • 암석의 기본색(황색, 갈색, 회색, 청색 및 녹색)에 담(연한), 암(진한)의 명암 및 혼색의 서술용어를 사용강도, 풍화정도, 파쇄정도는 암석분류 기준에 의거하여 분류 • 시추코어 상태의 검증을 위하여 시추공 영상촬영, 초음파 주사검층 결과를 시추주상도에 첨부하고 시추공 영상촬영 이외의 시추공에 대해서는 코어박스를 촬영한 사진을 첨부함

▶ 코어회수율(TCR) 및 암질지수(RQD) 산정방법

구 분	산정방법	모식도
코어회수율 (TCR)	<ul style="list-style-type: none"> • T.C.R(Total Core Recovery) : 코어회수율 $T.C.R(\%) = \frac{\text{회수된 Core 길이}}{\text{총 시추길이}} \times 100$ <p>예) T.C.R = (38+17+7+20+35)/200 × 100(%) = 59(%)</p>	<p>시추중 발생한 기계적 파손 회수없음</p>
암질지수 (RQD)	<ul style="list-style-type: none"> • R.Q.D(Rock Quality Designation) : 암질지수 $R.Q.D(\%) = \frac{10\text{cm 이상인 Core 길이의 합}}{\text{총 시추길이}} \times 100$ <p>예) R.Q.D = (38+17+20+35)/200 × 100(%) = 55(%)</p>	
내 용	<ul style="list-style-type: none"> • 코어의 형상에 따라 암질의 차이 발생 • R.Q.D에 의한 분류시 동일한 값을 나타내더라도 부분적 파쇄대의 유무 등 차이가 있으므로 주상도에는 반드시 암질의 풍화상태, 절리간격, 절리형태, 거칠기, 절리각도 등을 반드시 기재 	

▶ RQD에 의한 암반분류

구 분	100~90%	90~75%	75~50%	50~25%	25% 이하
암반등급	I	II	III	IV	V
암질상태	매우양호	양호	보통	불량	매우불량

▶ 암반의 분류기준

- 암반의 분류기준은 일반적으로 지질학적 분류, 품셈에 의한 분류, 공학적 분류가 있으며, 내용을 요약하면 다음 표와 같다.

< 암반의 분류기준 >

구 분	분류방법	개 요
지질학적 분 류	• 성인에 따른 분류	• 암석의 생성조건에 따라 분류
기관별 분 류	• 서울시 지반조사편람(2006) • 한국도로공사 암반분류기준 • 한국엔지니어링협회 암반분류기준 • 건설표준품셈	• 지반조사시 암반분류 기준에 의거 • 해머타격 및 탄성파속도에 의한 분류 • 암석의 강도특성에 따른 분류 • RQD, TCR 및 탄성파속도에 따른 분류
공 학 적 분 류	• RQD를 이용한 분류 • RMR을 이용한 분류 • Q-System에 의한 분류	• 시추조사시 회수된 Core를 이용 • 암반상태를 등급화하여 분류 • 터널공사에 영향을 미치는 특성을 등급화

▶ 지질학적 분류

- 지질학적 분류는 지질연대에 의한 분류와 성인에 의한 분류로 나누어진다. 지질연대에 따른 분류는 지층의 층서와 암석의 경년을 기준으로 한 연대에 따라 대(代, Era), 기(紀, Period), 세(世, Age)로 구분하며, 암석을 생성조건에 따라 분류하는 방법은 먼저 1단계로 생성과정에 따라 화성암, 변성암, 퇴적암의 3가지로 구분한 다음 암석의 생성조건과 조암광물의 종류 및 성분, 쇄설물의 입경, 결정구조 등에 따라 세분화된다.

화성암	[심 성 암	: 화강암(Granite), 섬록암(Diorite), 반력암(Gabbro)
		화 산 암	: 유문암(Rhyolite), 안산암(Andesite), 현무암(Basalt)
퇴적암	[쇄 설 암	: 역암(Conglomerate), 각력암(Breccia), 사암(Sandstone), 셰일(Shale), 이암(Mudstone)
		비 쇄 설 암	: 석회암(Limestone), 백운암(Dolomite), 처트(Chert)
변성암	[광 역 변 성 암	: 천매암(Phyllite), 편암(Schist), 편마암(Gneiss)
		접 축 변 성 암	: Hornfels
		동 력 변 성 암	: Mylonite

▶ 기관별 분류

■ 서울시 지반조사편람, 2006

지반명	지반명 및 정성적 특징 (노두조사 및 막장조사시)	시추조사시의 분류기준	현장 탄성파속도 Vp(km/sec)
풍화암층 (WR : Weathered Rock)	<ul style="list-style-type: none"> 심한 풍화로 암석자체의 색조가 변색되었으며, 충전물이 채워지거나 열린 절리가 많고, 가벼운 망치타격에 쉽게 부수어지며, 칼로 흠집을 낼 수 있음 절리간격은 좁음 이하이며, 시추시 암편만 회수되는 지반 	$TCR \geq 10\%$ $N \geq 50\text{회}/10\text{cm}$ 일축압축강도 $< 10\text{MPa}$	1.0~2.5
연암층 (SR : Soft Rock)	<ul style="list-style-type: none"> 절리면 주변의 조암광물은 중간 풍화되어 변색되었으나 암석 내부는 부분적으로 약한 풍화가 진행 중이며, 망치타격에 둔탁한 소리가 나면서 파괴되고, 일부 열린 절리가 있으며 절리간격은 중간 정도인 지반 	$TCR \geq 30\%$ $RQD \geq 10\%$ 일축압축강도 $\geq 10\text{MPa}$ $J_s \geq 20\text{cm}$	2.0~3.2
보통암층 (MR : Moderate Rock)	<ul style="list-style-type: none"> 절리면에서 약한 풍화가 진행되어 일부 변색되었으나 암석은 강한 망치 타격에 다소 맑은 소리가 나면서 깨어지고, 절리면의 대부분이 밀착되어 있고 절리간격이 넓음 	$TCR \geq 60\%$ $RQD \geq 25\%$ 일축압축강도 $\geq 50\text{MPa}$ $J_s \geq 60\text{cm}$	3.0~4.2
경암층 (HR : Hard Rock)	<ul style="list-style-type: none"> 조암광물의 대부분이 거의 신선하며 암석은 강한 망치타격에 맑은 소리를 내며 깨어지고, 절리면은 잘 밀착되어 있고 절리간격이 매우 넓음 	$TCR \geq 80\%$ $RQD \geq 50\%$ 일축압축강도 $\geq 100\text{MPa}$ $J_s \geq 200\text{cm}$	4.0~5.0
극경암층 (XHR : Extremely Hard Rock)	<ul style="list-style-type: none"> 거의 완전하게 신선한 암으로서 절리면은 잘 밀착되어 있고 강한 망치 타격에 맑은 소리가 나며, 잘 깨어지지 않고 절리간격이 극히 넓음 	$TCR \geq 80\%$ $RQD \geq 75\%$ 일축압축강도 $\geq 150\text{MPa}$ $J_s \geq 300\text{cm}$	>4.5

■ 한국도로공사의 암반분류 기준(도로설계편람 제6편 터널, 국토해양부 2011)

암 종		특 징	RMR	Q값	RQD (%)	탄성과 속 도 (km/sec)	일축압축 강 도 (kgf/cm ²)	코 아 회수율 (%)
I	경암	• 안정성이 있고 풍화, 변질 및 물리적, 화학적 영향을 거의 받지 않은 신선한 암질	81 ~ 100	40 이상	70 이상	4.5 이상	1200 이상	90 이상
II	보통암	• 균열 및 편리가 다소 발달되어 있으며, 일반적으로 절리가 존재하는 암질	61 ~ 80	10 ~ 40	40 ~ 70	4.0 ~ 4.5	800 ~ 1200	70 ~ 90
III	연암	• 층리, 절리 및 편리 등이 매우 발달된 상태이며, 파쇄대가 존재하는 암질	41 ~ 60	4 ~ 10	20 ~ 40	3.5 ~ 4.0	600 ~ 800	40 ~ 70
IV	풍화암	• 물리적, 화학적 영향으로 파쇄대가 매우 발달된 풍화된 암질	21 ~ 40	1 ~ 4	20 이하	2.0 ~ 3.5	250 ~ 600	40 이하
V	풍화토	• 풍화작용이 심하고 일부가 고화된 상태이며, 쉽게 뜯어낼수 있는 암질	20 이하	1 이하	20 이하 N > 100: IV N < 100: V	2.0 이하	250 이하	—

■ 토공작업성에 의한 암반분류(도로설계편람 3편 토공 및 배수, 국토해양부 2012)

구 분		토공작업 리퍼빌리티		
		토 사	리핑암(풍화암)	발파암(기반암)
표준관입시험(N값)		50/10 미만	50/10 이상	—
불연속면 발달빈도	BX 크기	—	TCR=5% 이하이고 RQD=0% 정도	TCR=5~10% 이상이고 RQD=5% 이상
	NX 크기	—	TCR=25% 이하이고 RQD=10% 정도	TCR=25% 이상이고 RQD=10% 이상
탄성과 속 도	A 그룹	700m/s 미만	700~1,200m/s	1,200m/s 이상
	B 그룹	1,000m/s 미만	1,000~1,800m/s	1,800m/s 이상

A그룹 암종 : 편마암, 사질편암, 녹색편암, 석회암, 안산암, 현무암, 유문암, 감람암, 화강암

B그룹 암종 : 흑색편암, 휘록응회암, 셰일, 이암, 응회암, 집괴암

3.2.2 암반의 기재방법

- 암석명, 풍화정도, 색상, 강도, 절리간격, 절리조건 및 불연속면의 거칠기 등을 기술한다.
- 풍화상태는 아래 표 따라 기술, 색은 암석의 기본색에 명암 및 혼색에 대한 서술용어를 사용한다.
- 간편하고, 쉽게 기억할 수 있으며, 이해하기 쉬워야 한다.
- 항목이 명확하여야 하며 사용되는 용어는 관련 엔지니어 및 전문가들에게 널리 통용되는 것이라야 한다.
- 각 암반의 가장 중요한 특성들이 포함되어야 한다.
- 현장에서 관련 시험을 통해 신속하고, 적은 비용으로 측정 가능한 변수들로 분류 항목이 이루어져야 한다.
- 분류변수들의 상대적 중요성을 나타낼 수 있는 점수배당 체계에 기반을 두어야 한다.

▶ 색조

- 암석의 기본색(황색, 갈색, 회색, 녹색)에 담(연한)과 암(진한)의 명암 및 혼색에 대한 점두용어를 사용

▶ 풍화상태에 따른 분류기준

등 급	용 어	기 호	풍화상태
D1	신 선 (Fresh)	F	<ul style="list-style-type: none"> • 광물간의 결합에 있어 풍화 작용의 흔적이 없는 상태 • 장식류를 칼로 긁을 수 없는 상태
D2	약간 풍화 (Slightly Weathered)	S.W	<ul style="list-style-type: none"> • 광물 입자간의 미미한 풍화 작용이 시작되는 상태로서 암석 자체에는 아무런 풍화 작용이 일어나지 않는 상태 • 장식류가 약간 풍화되어 입상 붕괴가 시작되고, 장식류를 칼로 쉽게 긁을 수 있는 상태 • 흑운모가 약간 풍화되고 주변 광물질에 의해 산화 착색
D3	보통 풍화 (Moderately Weathered)	M.W	<ul style="list-style-type: none"> • 전 암석의 표면에서부터 풍화 진행 중이며, 색조는 변했으나 손으로 부스러뜨릴 수 없는 상태 • 대부분의 장식류가 풍화되어 입상 붕괴됨 • 장식류를 현저하게 칼로 긁을 수 있는 상태
D4	심한 풍화 (Highly Weathered)	H.W	<ul style="list-style-type: none"> • 암석 내부까지 풍화가 진행 중이며, 점토 광물이 협재되어 있어 부분적으로 쉽게 부스러뜨릴 수 있는 상태 • 흑운모의 풍화로 대부분의 암 광물질을 산화 풍화시킴
D5	완전 풍화 (Completely Weathered)	C.W	<ul style="list-style-type: none"> • 암석 전체가 완전 풍화를 받아 흙으로 변화되었으나, 모암의 원조직과 구조를 지님 • 간혹 풍화 받지 않은 암편을 함유한 상태
(D6)	풍화 잔류토 (Residual Soil)	R.S	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 장식과 흑운모가 완전 점토화되고, 토립자의 재구성이 일어나 암 조직이 관찰되지 않는 흙

▶ 강도에 따른 분류기준

등 급	용 어	강도상태
S1	매우 강함(Very Strong)	• 여러 번의 강한 햄머타격으로 패각상의 조각으로 깨지며, 각이 날카로운 정도
S2	강 함(Strong)	• 1~2회의 강한 햄머타격으로 깨지거나 모서리가 각이지는 정도
S3	보통 강함(Moderately Strong)	• 1회의 약한 햄머타격으로 쉽게 깨지며, 모서리가 으스러지는 정도
S4	약 함(Weak)	• 햄머로 눌러 으스러지는 정도
S5	매우 약함(Very Weak)	• 손가락 또는 엄지손가락의 압력으로 눌러 으스러지는 정도







▶ 불연속면 간격에 따른 분류기준

등 급	Joint 간격	균열상태	Joint 상태	기재방법
F1	200cm 이상	괴상(Solid)	Very Wide	• 불연속면 간격의 최대값, 최소값, 평균값을 주상도 기록
F2	60 ~ 200cm	약간 균열(Slightly Fractured)	Wide	
F3	20 ~ 60cm	보통 균열(Moderately Fractured)	Moderately Close	
F4	6 ~ 20cm	심한 균열(Fractured)	Close	
F5	6cm 이하	매우 심한 균열(Highly Fractured)	Very Close	

▶ 절리면과 파쇄대의 간격

Aperture	Description	Feature
< 0.1mm 0.1 ~ 0.25mm 0.25 ~ 0.5mm	Very Tight Tight Partly	Closed
0.5 ~ 2.5mm 2.5 ~ 10mm > 10mm	Open Moderately Wide Wide	Capped
1 ~ 10cm 10 ~ 100cm > 1m	Very Tight Extremely Wide Cavernous	Open

▶ 거칠기에 따른 분류기준

구 분	계단형(Stepped)	파동형(Undulating)	평면형(Planar)
거칠음(Rough)			
완만(Smooth)			
경면(Slickensided)	