

화강풍화토의 절토비탈면 구배

김 주 범*

1. 서 론

지질학개론에 의하면 우리나라 면적의 1/3 이 화강암류가 분포하고 있음을 알 수 있다. 또한 토목공사 공종의 대부분이 이들 화강암상에서 이루어 진다.

화강암은 심성암으로 풍화현상이 타암에 비하여 깊은 경우가 상당히 많다.

본 문에서는 토목공사중 도로노선을 따라 절개 되는 지역의 절토구배(사면구배)에 대하여 살펴 보고자 한다.

2. 지질개요

현재 고속도로로 이용되고 있는 경부고속도로 구간에서 청원인터체인지부터 신탄진부근까지 이르는 구간의 지질을 살펴보면 남이면 천산리에 서부터 현도면 금강까지 세립-중립흑운모 화강암이 널리 분포하고 있으며 금강부근 도로 양측에 일부 복운모화강암이 분포되어 있고 산지를 제외한 지역은 금강지류 및 지천등으로 이루어진 하상평원을 이루고 있으며 금강이남의 신탄진읍

과 회덕면과의 경계사이에는 복운모화강암으로 이루어져 있으며 이들 암석이 풍화되어 이루어진 곳을 절개하여 만든 비탈면의 대부분은 잔류토로서 모암의 성분을 그대로 가지고 있는 상태이다.

3. 화강암 풍화토의 특성

화강 풍화토 특성을 살펴보면 다음과 같다.

- 1) 광물조성의 변화 및 풍화의 정도가 공학적 성질에 크게 영향을 미친다.
- 2) 물에 대하여 안정성이 낮아 집중호우등으로 절토사면이 침식 또는 붕괴되는 일이 많다.
- 3) 토립자가 부서지기 쉽다.
- 4) 흙의 화학성과 내식성에 대하여 Bennet 는 $SiO_2:R_2O_3$ 가 2보다 크면 수식성이고 2보다 작으면 내식성이라고 하였다. 표-1에서 보면 세립~중립흑운모화강암(Jkbg), 복운모화강암(JkTm) 공히 SiO_2 함량이 70% 이상으로 $SiO_2:R_2O_3$ 가 2보다 크기 때문에 수식성인 흙이라 할 수 있다.

표-1 암석의 성과표

Rocks Samples Compositions	Sgr	Jkbg	JkTm		Jkfg	Jkffgr	gf		
		623-5	0-35	201	1063	3	1022	6212	1012
SiO ₂	65.50	72.10	72.03	69.43	73.35	73.48	72.43	74.30	73.35
Al ₂ O ₃	19.12	16.27	16.23	17.90	14.98	15.80	15.85	14.65	15.81

* 정회원, 남원건설엔지니어링 부사장

Fe ₂ O ₃	2.20	0.86	1.07	0.84	0.83	0.95	0.72	0.64	0.62
TiO ₂	0.40	0.32	0.16	0.34	0.15	0.09	0.25	0.15	0.17
FeO	0.65	0.40	0.22	0.57	0.39	0.13	0.65	0.38	0.39
MnO	0.039	0.026	0.027	0.019	0.033	0.035	0.039	0.014	0.018
MgO	0.34	tr	0.04	N.D	0.09	0.01	0.14	0.05	0.04
CaO	2.50	1.48	1.35	2.25	0.25	0.38	0.95	N.D	0.78
Na ₂ O	4.25	2.30	3.90	4.17	4.00	4.00	3.46	4.10	3.65
K ₂ O	4.50	5.25	4.13	4.00	5.55	4.45	4.75	4.60	4.60
Ig.loss H ₂ O	0.23	0.65	0.80	0.33	0.33	0.55	0.32	0.80	0.46
P ₂ O ₅	0.22	0.16	0.19	0.06	0.11	2.05	0.05	0.06	0.10

※ Jkbgr : 흑운모 화강암

JkTm : 복운모 화강암

4. 화강 풍화토의 성질

풍화토의 성질은 일반적으로 비중은 2.65 정도이고 자연함수비는 계절이나 풍화정도에 따라 다르나 보통 10-15%이고 비소성이며 200번체 통과량은 10-50% 정도로 그 변화범위가 크고 사질토(SM)에 속하며 흙의 단위체적중량은 1.4~1.55 t/m³이고 비록 사질토에 속하나 점착력

은 0.15~0.30kg/cm² 정도이고 흙의 내부마찰각은 약 20~30°이다.

시험조사시 표준관입시험 N치는 약 10~50 까지인데 풍화가 잘된 흙에서는 N치가 작으나 대부분의 경우 N치는 50 이상이 있다.

화강풍화토 각각의 특성은 다음 그림 1~그림 5에 있다.

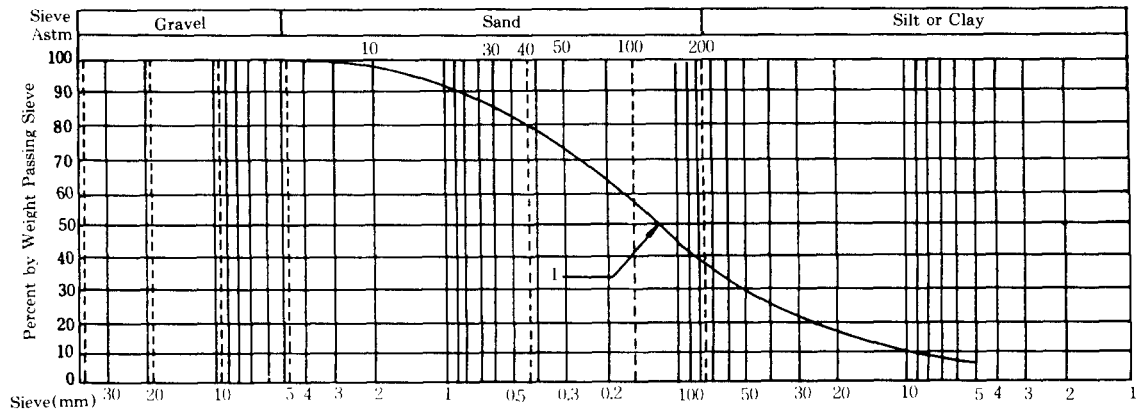


그림 1 粒度曲線

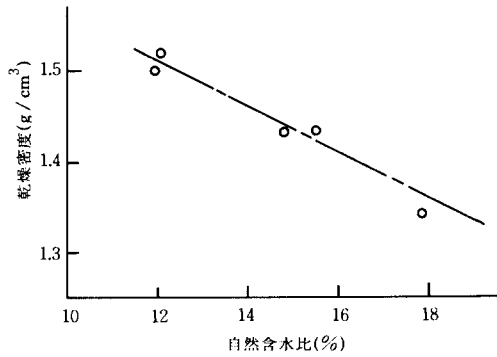


그림 2 自然含水比-密度와의 關係

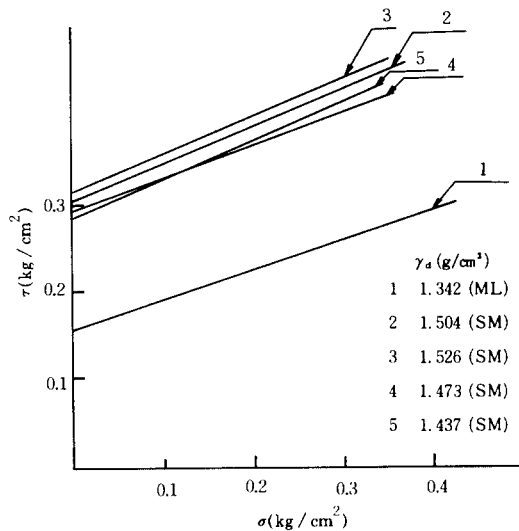


그림 3. 剪斷強度 특성

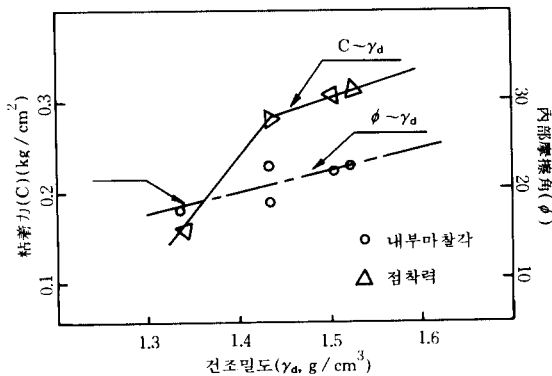


그림 4. 密度와 粘着力 및 内部摩擦角과의 關係

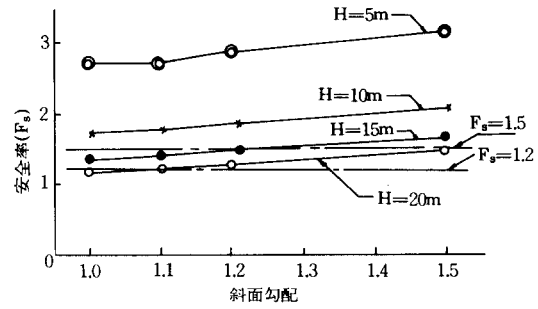


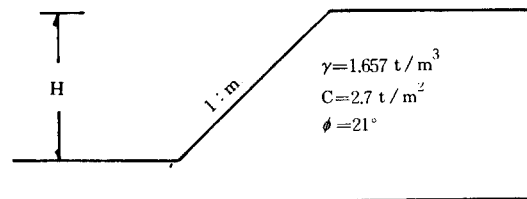
그림 5. 斜面勾配와 安全率 및 切土高와의 關係

5. 사면 안전도

현장에서 채취한 자연시료의 역학시험치를 이용하여 사면의 안전율을 구배별 및 높이별로 계산하였는바 다음 표 2와 같다.

표 2. 안전율표

절토고 구배	5m	10m	15m	20m
1:1.0	2.69	1.72	1.36	1.18
1:1.1	2.70	1.78	1.41	1.23
1:1.2	2.88	1.85	1.48	1.28
1:1.5	3.16	2.06	1.67	1.46



$$SF = \frac{CL + \sigma + \tan \phi}{T}$$

6. 기 시공된 사면조사

도로연장 약 20km 구간 상하행선양측에서 기시공된후 장기간에 걸쳐 자연에 노출된 풍화토의 비탈면 54개소에 대하여 실제구배를 조사한바

그림 6과 같다. 이 그림에서 구배 1:1.2보다 급한 곳은 풍화도가 작은 것을 나타내며 1:1.2보다 완만한 곳은 우수에 의한 침식의 영향을 받은 곳이다. 풍화가 심한 곳에서 지하수침출과 일부 활동으로 1:2.0 구배의 완만한 곳도 관찰되었

다. 그림 6은 설계구배로 시공후 사면의 구배 변화를 알 수 있으며 일반적인 설계 구배외의 것은 오랜기간에 걸쳐 구배가 변화되었음을 보여 준다.(단, 구배 1:1.2 이하는 제외)

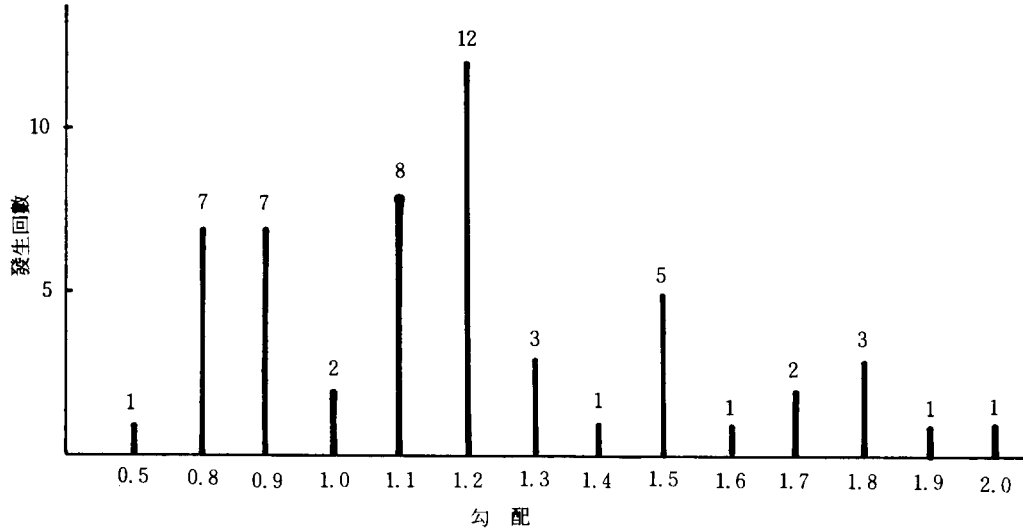


그림 6. 勾配別 發生回數

7. 결 론

화강풍화토 지역의 풍화도는 심도가 깊으면 감소되는 것이 일반적인 현상이다. 그리고 지형과 일조방향에도 관계가 있는 것으로 보여진다. 현장조사시 표준관입시험치는 깊이에 비례하여 커지는데 대부분의 경우 N치는 50이상으로 나타난다.

- 1) 사면의 안전도는 모든 경우 안전하였다.
- 2) 사면의 구배는 풍화도와 밀접한 관계가 있으며 풍화도가 크면 구배가 완만해지는 경향이 있다.
- 3) 사면의 침식은 앞에서 언급한 바와 같이 수식성이다.
- 4) 화강암에서 모암의 절리면은 점토가 충전되어 있어 이러한 절리면이 나타나는 곳은 풍화과정에서 구배에 무관하게 활동이 생긴다.

- 5) 지하수맥에 의한 침출면 노출구간에서는 과포화로 인한 전단저항의 악화로 사면붕괴가 발생할 수 있다.
- 6) 화강풍화토는 풍화도에 따라 사면구배를 달리 설계되어야 하나 현장조사에 가장 많이 나타난 1:1.2 구배가 적절하다고 볼 수 있다.

참고문헌

1. 한국지질도 대전도폭 유성도폭 한국동력자원연구소
2. “土と基礎” 일본 토질공학회, 175호, p. 55.
3. “풍화 화강암 풍화토의 공학적 특성과 그 응용” 일본 토질공학회
4. 정창희: “산지질학 개론”
5. “영동고속도로 신막-원주간 확장공사 실시설계를 위한 토목지질조사 보고서” 한국동력 자원연구소, 1991.