대구지역 퇴적암의 풍화도판단 기술 연구

A Study on the Geotechnical Assessment of Sedimentary Rock due to Weathering in Taegu area

김 영 수 (Kim, Young - Su)	경북대학교 공과대학 토목공학과 교수
김 교 원 (Kim, Gyo - Won)	경북대학교 자연과학대학 지질학과 교수
허 노 영 (Heo, No - Young)	경북대학교 공과대학 토목공학과 박사
예 대 호 (Rui, Da - Hu)	경북대학교 공과대학 토목공학과 석사과정
이 제 호 (Lee, Jea - Ho)	경북대학교 공과대학 토목공학과 석사
최 정 호 (Choi, Jesng- Ho)	경북대학교 공과대학 토목공학과 석사과정

요 지

퇴적암의 풍화특성을 파악하기 위해서는 풍화과정을 지배하는 암석의 광물조성과 화학성분에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 풍화정도에 따른 퇴적암의 특성을 고찰하기 위해서 대구지역에 분포하고 있는 퇴적암을 채취하여 화학 및 광물성분 분석과 시간경과에 따른 물리 및 역학특성 시험을 실시하였다. 퇴적암에 대한 풍화판정법은 시험결과 Parker의 풍화지수식이 잘 일치하였고 모암에 함유된 Al_2O_3, CaO, Na_2O, K_2O, MgO등의 화학성분과 조장석(Albite, Ab), 백운모(Muscovite, Ms), 마그네타이트(Magenetite, Mt)등의 광물성분이 풍화와 밀접한 관계가 있었으며, 또한 암석의 풍화정도와 공학적 성질에 대한 상관관계식을 제안하였다.

keyword : 풍화지수(Weathering index), Albite, Muscovite, Magnetite

1. 서 론

대구지역은 지질학적으로 중생대 백악기 하양군층에 해당되며 이 하양군층은 후기 화산활동에 의한 퇴적분지로 역암, 사암, 혈암, 이암 등과 같은 쇄설성 퇴적암이 주로 기반암을 형성하고 있다. 이러한 퇴적암은 자연적·인위적 작용에 의하여 장시간 지표에 노출되면 물리, 화학적인 풍화작용을 받아 풍화가 되기 쉽다. 그 특성으로는 잘 발달된 층리면을 따라 투수성이 매우 크며, 특히 풍화로 인한 강도의 열화현상이 뚜렷하게 나타난다. 퇴적암은 풍화정도에 따라 각종 물리, 역학적 성질이 달라질 수 있다. 비록, 국내에는 화강암에 대한 연구는 활발히 진행되어 설계자료로 활용하고 있지만 퇴적암에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 대구지역에 주로 분포하고 있는 여러 종류의 퇴적암을 채취직후와 1년 경과후의 풍화정도에 따른 각종 특성을 정량적으로 파악하기 위하여 각종 물리, 역학적 시험을 실시하였다. 이 시험결과를 토대로 하여 퇴적암에 적용할 수 있는 풍화판정법과 풍화정도에 따른 암석의 각종 공학적 성질에 대한 상관관계를 고찰하였다.

2. 퇴적암의 풍화도 산정

2.1 풍화작용

풍화작용은 물리적 풍화와 화학적 풍화로 대별되게 되는데 물리적 풍화는 암석의 화학적 조성이나 광물학적조성의 변화가 없이 단지 원래 암석이 작게 파쇄 되는 것을 말한다. 일반적으로 자연환경하에서 물리적 풍화와 화학적 풍화가 동시에 일어나므로 두 가지 풍화작용의 상호작용을 분리하기는 어렵다. 물리적 풍화의 주요원인으로는 상재하중의 제거에 따른 압력의 감소, 물의 동결 및 융해, 온도변화, 식물의 작용등을 들 수 있다. 특히 이 지역의 암반은 퇴적되면서 형성된 층리면에 따라 강도에 커다란 차이를 보이는 이방성의 특성을 가진 암반으로 각 결정체의 열팽창, 건습의 반복, Slaking현상에 의한 물리적 풍화작용으로 인한 흡수율과 유효간극율이 증가한다. 이와 같은 물리적 풍화작용과 더불어 화학적 풍화작용은 산화작용, 수산화작용, 및 탄산염화작용등이 있다. 산화작용이란 산소가 각종 물질과 화합하는 것으로 산화제일철이 산화제이철로 변화하는 것이 좋은 예이며, 수산화작용이란 주로 빗물 등과 같은 탄산가스를 포함하는 물과 반응하여 생기는 현상으로 조암광물인 장석류는 Kaolinite로, 각섬석 및 감람석은 사문석·활석으로 흑운모는 녹니석으로 각각 변한다. 마지막으로 탄산염화작용은 탄산가스를 용해하고 있는 물이 규산염류를 분해하여 탄산염류를 발생시키는 작용으로 정장석에서는 탄산가스를 포함한 물에 의하여 알칼리 장석성분이 탄산염류로 용탈하여 Kaolinite로 변화한다. 그러나, 풍화는 장기간에 걸쳐 이루어지므로 위와 같은 작용으로 급격하게 변화하지는 않는다. 풍화정도는 암석자체의 물리적, 화학적 조건보다는 시간에 더 큰 영향을 받는다는 많은 연구가 있다.

2.2 풍화지표

퇴적암의 풍화특성을 연구하는 데 있어서 일반적으로 사용되고 있는 방법은 유효 간극율의 변화, Parker의 풍화지수, 강열감량(Loss of Ignition, Li) 그리고, 퇴적물의 화학적 성숙도에 의한 방법이 있다. Parker는 풍화정도가 심할수록 Al_2O_3의 함량이 증가하며, 이와 반대로 CaO, Na_2O, K_2O, MgO의 함량은 감소한다. 이를 절대수치로 환산표기 하기위하여 다음과 같은 식을 제안하였다.

$$WI=(\frac{(Na)_a}{0.35}+\frac{(Mg)_a}{0.9}+\frac{(K)_a}{0.25}+\frac{(Ca)_a}{0.7})\times 100(\%)$$

여기서, (X)a는 XRF에서 구한 원자량비율을 X요소의 원자량으로 나눈 값이다. 상기 식에서 분모는 각 경우에서 원자와 산소사이의 결합력이다. 이 지수는 풍화정도는 알기 위해 수학적으로 표시하는 화학적 지수이며, 일반적인 암석에서 풍화가 진행될수록 감소된다. 또한, 퇴적암의 화학적 성숙도(Chemical Maturity Index, CMI)는 다음식과 같이 정의한다.

$$CMI=\frac{(SiO_2)_{mole}}{(Al_2O_3)_{mole}}\times 100(\%)$$

CMI는 풍화에 강한 SiO_2의 양과 풍화에 약한 Al_2O_3양의 관계로 풍화가 진행될수록 낮아지게 된다. Reche는 풍화지수(Product Index, PI)를 다음과 같은 식으로 정의 하였으며, PI값이 클수록 풍화가 덜 진행됨을 의미한다.

$$PI=\frac{(SiO_2)}{(SiO_2+R_2O_3)}\times 100(\%)$$

본 연구에서는 현재 가장 널리 사용되는 방법인 강열감량과 Parker의 풍화지수(Weathering Index, WI)을 적용하였다.

3. 시험 방법

시료 채취 장소 및 성형

그림 1에서와 같이 본 연구에서 사용한 이암과 알코즈사암A는 대구 북구 산격동, 염기성 응회질 사암은 침산동, 알코즈사암B는 지하철 2-7공구, 이질사암은 산격동, 흑색셰일, 이회암A, 이회암B는 지하철 2-15공구에서 각각 8ton트럭 2대씩 채취하였다. 암석의 공학적 특성에 관한 시험에 사용한 시료는 블록상태의 원석을 NX사이즈의 원형 코아를 성형하여 사용하였다.

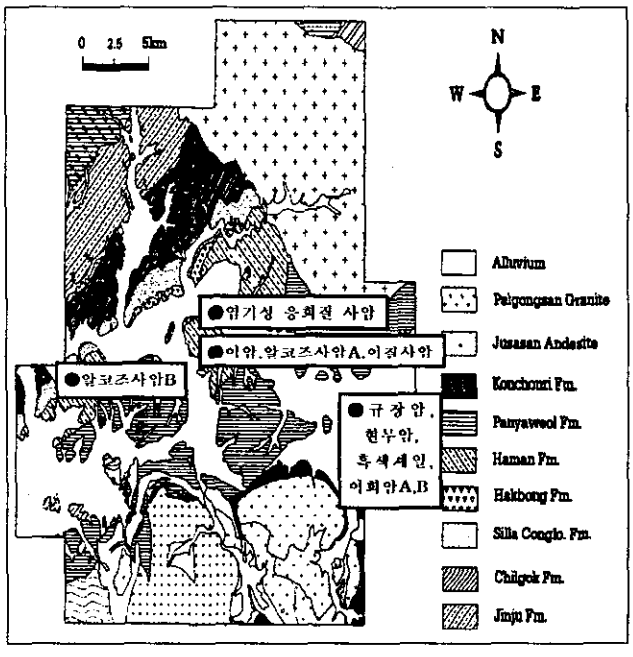

그림 1. 시료 채취 위치도(대구지역)

화학성분 및 광물성분 분석

연구 대상 암석에 대하여 화학성분 분석 및 광물구성비를 파악하기 위해 X-선 회절분석(X-ray Diffrection ; XRD)시험과 편광현미경시험, X-선 형광 분광법(X-ray Fluorescence Spectrometer ; XRF)측정시험을 각각 실시하였다. XRD시험의 원리는 X선이 한 물질을 통과하게 되면, 그 물질이 순수한 상태로 존재하든지 혼합물의 한 성분으로 존재하든지 항상 독특한 X선 회절 무늬를 띄게 되므로 이 회절무늬를 정성 분석하면, 그 물질의 구성광물을 알 수 있다. 편광현미경분석은 현장에서 시료를 채취하여 일정한 크기로 절단한 후 Aloxide로 연마하고, 연마한 면을 hot plate에 가열하여 유리면에 접착시킨다. 그리고, 0.3mm절단기로 박편을 자른 후 다시 Aloxide로 현미경에서 관찰할 수 있는 두께가 될 때까지 연마한 후 현미경으로 일정배율의 사진을 촬영하였다. 그리고, 암석의 화학성분 분석은 일정량의 시료를 분쇄기에 넣어 250mesh로 분쇄한 후에 시료와 Flux($Li_2B_4O_7$)의 비를 1 : 10으로 혼합한 후에 백금 도가니에 넣어 1100℃로 가열하여 시료를 용융시킨 후 실온에서 꺼내어 bead를 제작한 후 XRF측정기(Phillips 1401/lo, 40kv, 30ma)로 화학성분 분석을 하였다.

물리·역학적 특성

암석의 기본 물성치인 비중, 유효 간극율, 흡수율, 함수율은 자연상태의 공기중 중량을 측정한 후 수조에 시료를 72시간 이상 수침 시킨 다음 수중중량, 습윤중량을 측정하고, 건조로에 넣어 건조시킨 후 중량을 측정하였다. 강열감량치는 100℃일때의 중량에서 1000℃로 구웠을 때 중량차이를 100℃일때의 중량으로 나누어 표시한 것으로 풍화에 따른 점토화에 의해 결정수가 증대되는데 착안한 것이다. 강열감량치는 풍화도의 지표로서 널리 사용되어 진다. 암석의 역학적 특성은 일축 압축시험을 실시하였다. 상기와 같은 각종 시험을 암석파쇄 직후와 1년후 각각 실시하였다.

4. 시험결과에 대한 고찰

4.1화학성분

암석의 화학성분에 대한 분석은 표 1과 같이 나타났다. 그 결과 대구지역 퇴적암은 SiO_2와 Al_2O_3, CaO가 주성분이며, 각각 47.05~62.25%, 11.37~17.59%, 2.34~15.53%로 나타났다. 그리고, FeO는 1.03~

표 1. 암석의 화학성분비(%)

시료번호 / 화학성분	이암		알코즈사암A		응회질사암		알코즈 사암B		흑색 세일		이회암A		이회암B		이질사암	
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
SiO_2	60.01	56.71	62.22	62.25	56.08	54.0	55.89	54.44	56.36	56.04	54.93	53.91	49.6	47.05	54.04	52.93
TiO_2	0.55	0.59	0.49	0.5	0.73	0.8	0.60	0.62	0.70	0.7	0.59	0.6	0.41	1.67	0.49	1.66
Al_2O_3	16.01	17.45	15.20	17.59	14.08	14.32	13.49	15.07	14.88	16.61	13.60	15.54	11.56	12.94	11.37	12.2
Fe_2O_3	1.69	1.67	1.42	1.2	3.35	3.2	2.42	2.36	1.81	1.18	2.02	1.32	2.35	2.12	1.70	1.14
MnO	0.07	0.14	0.07	0.4	0.11	0.5	0.09	0.14	0.05	0.12	0.08	0.07	0.24	0.09	0.19	0.43
MgO	0.07	0.03	0.10	0.07	7.26	6.2	3.30	3.07	4.95	3.75	3.50	2.77	7.26	7.00	4.67	4.31
FeO	2.12	2.36	1.62	1.03	3.15	3.0	2.67	2.08	5.65	2.91	3.11	2.77	2.38	3.18	2.31	1.93
CaO	6.10	6.42	5.88	2.38	4.78	5.9	8.81	8.91	2.34	4.39	9.41	7.88	15.53	14.47	14.80	13.80
Na_2O	4.09	2.62	4.08	3.57	3.86	3.3	2.63	1.73	3.42	2.42	2.95	2.00	3.13	2.58	1.93	1.64
K_2O	1.59	1.16	2.32	2.09	1.59	0.9	3.93	3.64	3.17	2.39	3.07	2.56	1.72	1.25	2.56	2.18
P_2O_5	0.16	0.16	0.14	0.08	0.19	1.0	0.23	0.26	0.22	0.17	0.15	0.19	0.17	0.19	0.19	0.13
Ig. loss	7.13	8.08	6.42	6.92	5.75	5.78	5.58	6.3	5.83	7.09	6.59	8.32	5.05	6.32	5.23	6.59
CMI*1	6.36	5.5	6.96	6.01	6.64	6.4	7.03	6.13	6.43	5.73	6.79	5.89	7.28	6.17	8.07	7.36
WI*2	41.34	33.44	43.91	31.59	56.73	51.15	60.35	54.59	48.83	42.82	60.25	47.8	81.30	73.36	70.34	63.85
PI*3	86.09	83.86	86.77	85.20	85.44	84.85	86.32	84.79	85.64	84.56	86.23	84.81	86.57	84.82	88.04	87.42

주) *1 : 화학적 성숙도, *2 : Parker의 풍화지수, *3 : Reiche의 풍화지수

5.65%, K_2O는 0.98~3.93%로 나타났다. 풍화지수가 73.36~81.3%로 가장 신선하다고 판정되어지는 이회암B는 MgO, FeO, CaO, Na_2O의 함유량은 각각 7.0~7.26%, 2.38~3.18%, 14.47~15.53%, 2.58~3.13%의 범위로 나타났으며, 풍화지수가 31.59~43.91%로 가장 풍화정도가 심한 알코즈 사암A는 MgO와 FeO, CaO, Na_2O의 함유량은 각각 0.07~0.1%, 1.03~1.62%, 2.38~5.88%, 3.57~4.08%의 범위로 나타났다. 또한 Parker의 풍화지수가 50%이하인 암석에서는 강열감량이 5.05~6.05%로 나타났으며, 풍화지수가 50% 이상인 암석에서는 강열감량이 5.83~8.32%로 높게 나타났다

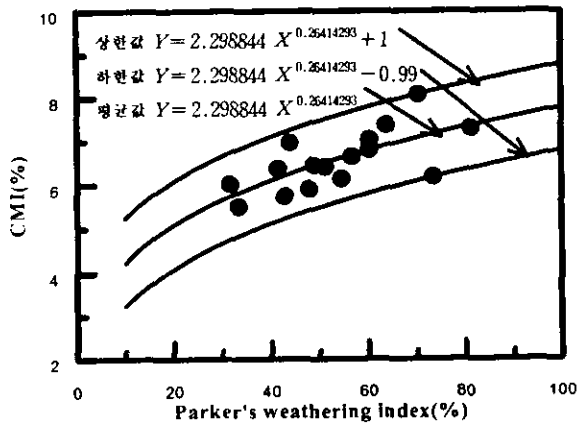

그림 2. WI와 CMI의 관계

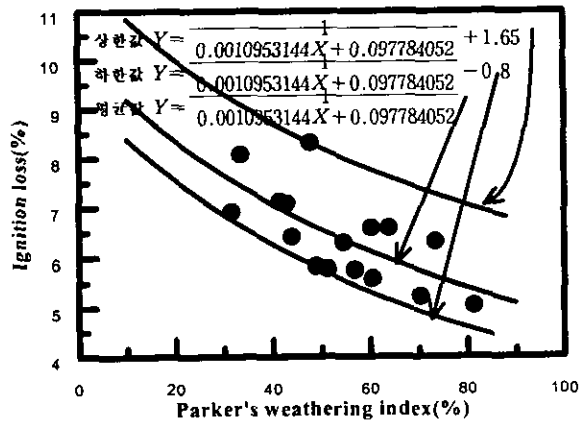

그림 3. WI와 강열감량의 관계

대구 지하철현장에서 채취한 퇴적암을 굴착 직후와 1년 경과 후의 각각에 대해서 앞에서 구한 풍화지수를 이용하여 그림 2, 3과 같은 상관관계를 구하였다. 그림 2는 Parker지수와 CMI의 상호관계를 비교한 것으로 상관계수 0.7로서 WI가 증가할수록 CMI가 증가하는 곡선적인 증가경향을 보인다. 그림 3은 Parker지수와 강열감량의 상관관계이며, 상관계수는 0.71로 나타났다. 특히, WI가 증가함에 따라 Li가

감소되는데 이는 풍화 진행정도가 적은 암석일수록 Li가 적음을 의미한다. 그림 2와 3을 통해 풍화가 진행될수록 CMI, WI는 감소하고, Li는 증가함을 알 수 있다.

4.2 광물성분

표 2. 암석의 광물 구성비(%)

시료명 / 광물 성분	이암		알코즈사암A		응회질사암		알코즈 사암B		흑색 셰일		이회암A		이회암B		이질사암	
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
Qz	19.54	25.53	19.91	29.65	11.59	14.51	13.41	16.62	20.21	24.98	12.88	19.52	0.18	0.11	14.07	16.46
Or	8.04	4.11	13.03	7.69	-	-	14.39	14.16	-	-	7.65	6.58	-	-	2.28	0.62
Ab	40.0	26.82	39.38	35.40	36.30	31.74	25.23	17.0	32.73	24.0	28.41	20.21	29.35	24.87	18.49	16.11
An	22.47	32.78	17.54	10.54	17.17	21.36	14.32	24.74	8.24	20.14	15.88	29.12	12.97	21.51	15.8	21.33
Co	-	-	-	-	-	0.71	-	-	1.73	0.06	-	-	-	-	-	-
Wo	2.91	-	4.4	-	-	-	11.42	7.77	-	-	12.38	4.46	15.21	4.1	23.77	18.53
Hp	-	-	-	-	10.56	14.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	3.5	4.25	2.73	2.33	15.74	9.11	16.68	14.99	30.18	20.96	18.88	16.7	16.98	12.68	22.18	21.55
Ms	-	2.73	-	11.67	-	-	-	-	2.84	6.49	-	-	-	-	-	-
Mt	1.92	1.99	1.6	1.39	3.67	3.58	2.70	2.70	2.02	1.36	2.27	1.55	2.57	2.38	1.9	1.30
Tn	1.25	1.41	1.1	1.15	1.6	1.79	1.34	1.42	1.56	1.62	1.32	1.41	0.89	3.75	1.09	3.80
Ap	0.36	0.38	0.32	0.18	0.42	2.24	0.51	0.60	0.49	0.39	0.34	0.45	0.37	0.43	0.42	0.3

각종 암석의 광물구성비를 파악하여 표 2와 같은 결과를 얻었다. 광물구성비는 알코즈 사암, 응회질 사암, 이질 사암에서 석영(Quartz, Qz)이 11.59~29.65%, 정장석(Orthoclase, Or) 0.62~14.39%, 조장석(Albite, Ab) 16.11~39.38%, 회장석(Anorthite, An) 10.54~24.74%, 흑운모(Biotite, Bi) 2.33~22.18%, 그리고, 백운모(Muscovite, Ms)는 11.67% 정도 함유되었으며, 이암과 이회암은 석영이 0.11~25.53%, 정장석 4.11~8.04%, 조장석 20.21~40.0%, 회장석 12.97~32.78%, 흑운모 3.5~18.88%, 그리고, 백운모가 2.73% 정도 함유되었다. 흑색 셰일은 석영이 20.21~24.98%, 조장석 24~32.73%, 회장석 8.24~20.14%의 범위로 함유되었으며 특히, 흑운모 20.96~30.18%, 백운모 2.84~6.49%로 다른 시료들보다 많이 함유되어 있다. 앞에서 구한 풍화지수가 31.59~48.83%로 풍화지수가 낮은 이암과 알코즈 사암A, 흑색 셰일은 다른 시료와 비교해서 조장석과 백운모를 많이 함유하고 있으며, 이암을 제외한 전 시료에서 마그네타이트는 감소되는 것으로 나타났다. 광물 성분 중 조장석과 백운모, 마그네타이트는 풍화와 밀접한 관계가 있다고 사료된다.

4.3 물리·역학적 특성

표 3. 퇴적암의 물리적 특성

KS규정	이암		알코즈사암A		응회질 사암		알코즈사B		흑색세일		이회암A		이회암B		이질사암	
	파쇄 직후	1년 경과	파쇄 직후	1년 경과	파쇄 직후	1년 경과	파쇄 직후	1년 경과	파쇄 직후	1년 경과	파쇄 직후	1년 경과	파쇄 직후	1년 경과	파쇄 직후	1년 경과
겉보기비중	2.62	2.61	2.63	2.625	2.65	2.632	2.68	2.64	2.66	2.62	2.64	2.635	2.69	2.675	2.67	2.653
자연상태의 함수비	1.51	1.79	1.19	1.24	1.19	1.23	0.5	0.82	1.2	1.34	1.04	1.79	0.22	0.75	0.42	1.67
유효 간극율	5.82	6.31	5.41	5.85	4.43	4.6	3.19	4.5	4.7	5.0	4.67	6.02	0.67	4.2	2.06	6.1
흡수율	2.49	3.2	2.07	2.95	2.8	2.83	1.62	2.23	2.76	2.78	2.63	2.73	0.35	1.25	1.55	2
일축압축강도(kg/㎠)	578	521	534	509	724	613	1072	809	1001	799	808	653	1644	1124	969	803

퇴적암의 기본 물성치를 표 3과 같이 파쇄직 후와 1년 후 각각 구하였다. 흡수율은 시료내의 광물입자간의 공극, 광물자체의 미세균열에 의해 흡수되는 모든 수분의 함량이 측정되므로 동일 암석에 대한 풍화도의 지표로도 널리 활용되어 암석의 역학적 성질에 미치는 특성중 가장 먼저 고려되어야 할 특성

이다. 신선하고 치밀한 암석의 경우 흡수율이 1%에도 달하지 않는 경우가 많으며 풍화에 따라 증가한다. 그림 4는 퇴적암의 풍화정도에 잘 맞는 Parker지수를 이용하여 흡수율과의 상관관계를 구한 것이다. 상관계수가 0.81로서 WI가 증가할수록 흡수율은 직선적으로 감소하는 관계로 나타났다. 그림 5는 함수비와 흡수율의 관계로서 흡수율이 증가할수록 함수비의 증가율이 작아지는 곡선적인 증가경향을 나타내었다. 그림 4, 5를 통해 WI가 클수록 흡수율과 함수율은 감소됨을 알 수 있다.

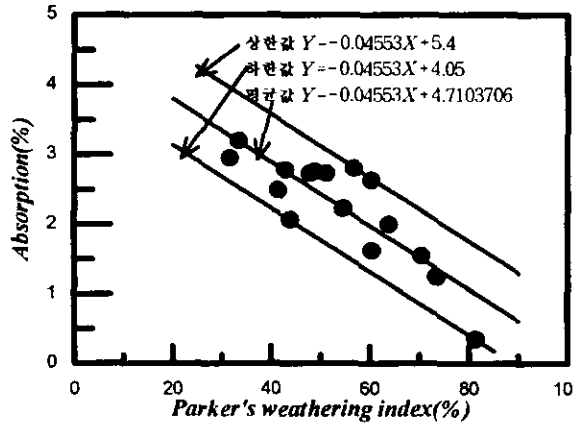

그림 4. WI와 흡수율의 관계

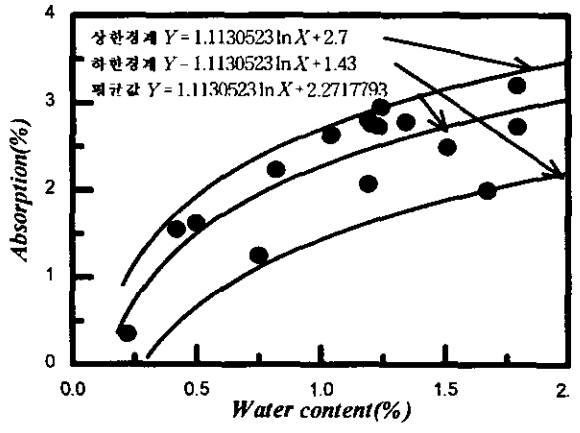

그림 5. 함수비와 흡수율의 관계

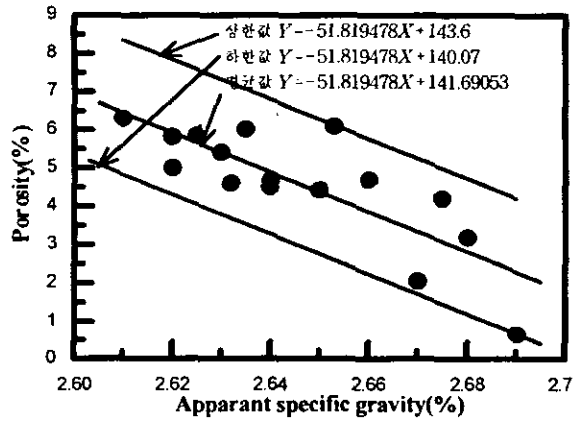

그림 6. 겉보기비중과 유효간극율의 관계

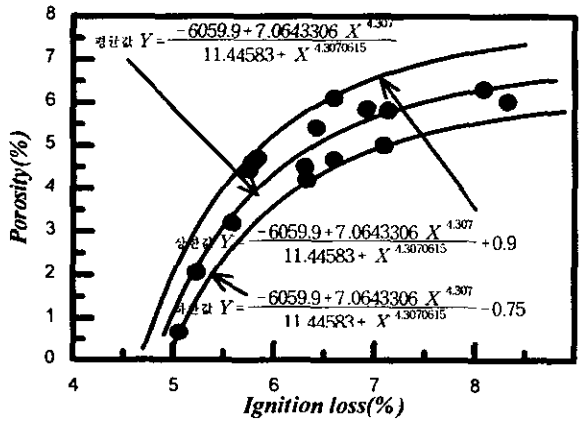

그림 7. 강열감량과 유효간극율의 관계

그림 6은 유효간극율과 겉보기비중의 관계로서 간극이 커지면, 비중은 직선적으로 감소하는 경향을 보이며 상관계수는 0.81로 나타났다. 그림 7은 앞에서 서술한 풍화지표로서 유용한 강열감량치와 유효 간극율의 관계이며, 상관계수가 0.87로서 강열감량이 증가할수록 유효간극율의 증가율이 작아지는 곡선적인 증가경향을 나타냈다. 그림 7에서 간극율 6%에서 강열감량이 급속히 증가하는데 이는 퇴적암의 한계 간극율이 이 정도에서 결정됨을 알 수 있다. 일축 압축 강도를 통해 앞에서 구한 WI와 강열감량의 상관성을 유도하였다. 그림 8은 암석의 풍화지수에 따른 일축압축강도를 나타낸 그림으로 상관계수는 0.87로서 WI가 증가할수록 일축압축강도의 증가율이 곡선적인 증가경향을 나타냈다. 그림 8을 통해 풍화지수가 50~60%이상에서 일축압축강도는 급격히 증가함을 알 수 있다. 그림 9는 강열감량과 일축 압축강도를 나타낸 그림으로 상관계수는 0.73로서 강열감량이 증가할수록 일축압축강도의 감소율이 작아지는 곡선적인 감소경향을 나타낸다. 그림 9을 통해 일축압축강도 500-600kg/cm^2 에서 강열감량의 급격히 증가됨을 알 수 있다. 결론적으로 암석은 풍화가 진행됨에 따라 신선한 암에서 잔적토까지 폭 넓은 범위로 변화하므로 한가지 시험만으로 암석의 일축압축강도를 평가하기란 어렵다. 따라서 화학분석을 통한 WI, 강열감량 그리고, 탄성파시험, 간접 인장 강도, 슈미트해머시험 등을 실시하여 현장에 적합한

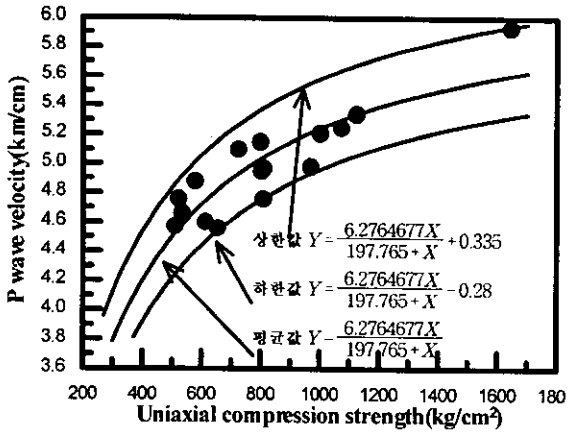

그림 8. 일축압축강도와 P파와의 관계

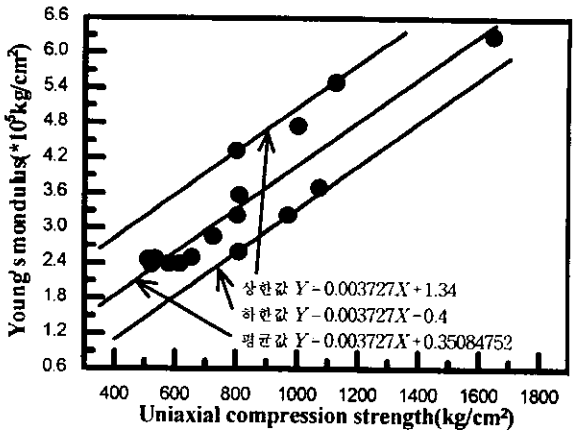

그림 9. 일축압축강도와 탄성계수와의 관계

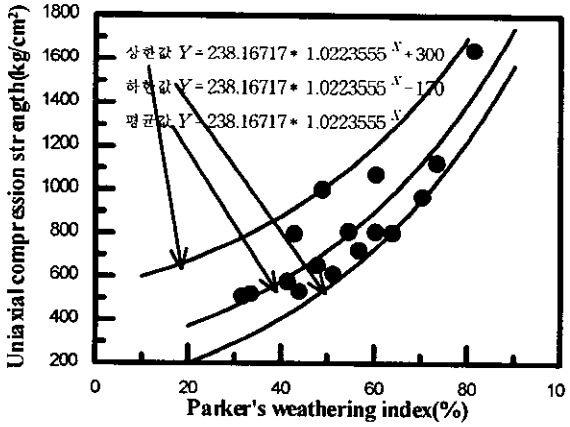

그림 10. WI와 일축압축강도와의 관계

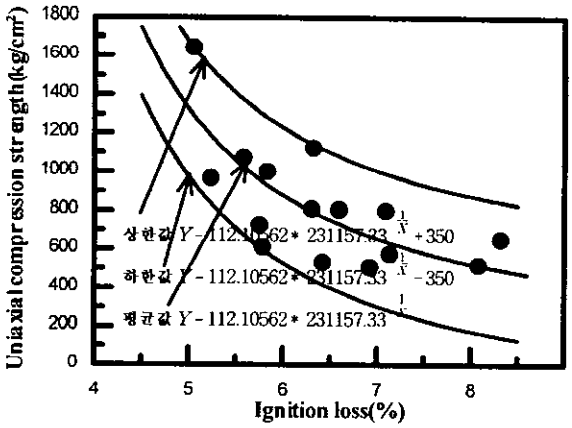

그림 11. 강열감량과 일축압축강도와의 관계

일축압축강도규정을 추정할 필요가 있다.

5. 결 론

대구지역에서 채취한 퇴적암을 대상으로 파쇄직 후와 1년 경과 후의 화학 및 광물성분과 물리, 역학적특성을 통하여 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 암석의 풍화정도를 파악하는 방법은 유효 간극율의 변화, 풍화지수, 강열감량(Li), 그리고 CMI에 의한 방법이 있다. 일반적으로 퇴적암은 풍화정도가 심할수록 Al_2O_3는 증가하고, 그리고, MgO와 FeO, CaO, Na_2O, CO_2, H_2O는 감소하므로 이와 관련된 풍화지수, 강열감량방법이 퇴적암의 풍화정도를 파악하는데 타당성이 있는 것으로 나타났다.
2. 이암과 알코즈 사암A, 흑색 세일은 풍화지수가 시간경과에 따라 48.83%에서 31.59%의 범위로 감소하였으며, 다른 시료와 비교하면, 조장석과 백운모가 많이 함유되어 있었다. 또한, 마그네타이트는 이암을 제외한 전 시료에서 감소하였다. 이를 통해 광물성분 중 조장석과 백운모, 마그네타이트는 풍화정도와 밀접한 관계가 있다고 사료된다.
3. 풍화지수-흡수율과 강열감량-유효 간극율의 상관관계를 분석한 결과 풍화지수와 흡수율은 직선적으로 감소하였으며, 강열감량과 유효간극율은 강열감량이 증가함에 따라 유효간극율의 증가율이 작아

지는 곡선 증가경향을 나타났으며, 이때 상관계수는 각각 0.81, 0.87로서 밀접한 관계를 보였다. 또한 풍화가 진행될수록 흡수율과 함수율은 증가하며, 대구 지역 퇴적암의 한계간극율은 6% 정도로 나타났다.

4. 풍화지수-일축압축강도, 강열감량-일축압축강도의 상관관계를 분석한 결과 풍화지수와 일축압축강도은 풍화지수가 증가할수록 일축압축강도의 증가율이 곡선 증가경향을 나타냈으며, 강열감량과 일축압축강도은 강열감량이 증가할수록 일축압축강도의 감소율이 작아지는 곡선 감소경향을 나타냈으며, 각각의 상관계수는 0.87, 0.73으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 대학부설연구소 계속-유보과제(과제번호 97-005-E00001)의 연구비를 지원받아 실시 하였으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 김영수,이상복,정성관(1995), "퇴적암 풍화토의 공학적 특성, "한국지반공학회지, 제11권, 제4호, pp.63-74.
2. 윤혜수,민경덕,이현구,이종천(1990), "포항지역 제3기 퇴적암중 화학적 풍화작용이 점토광물조성, 화학조성, 암색 및 미화석 산출빈도에 미치는 영향", 광상지질학회지, 23(2), pp.201-213.
3. 한봉휘(1986), "X선 회절시험의 기초", 동명사.
4. 박병기(1973), "화강암질풍화토의 특성연구(I)", 대한토목학회지, 제21권, 4호, pp.37-50.
5. Deere, D. U. and Miller, R. P.(1966), "Engineering classification and index properties for intact rock", Technical Report No. AFNL-TR-65-116 Air Force Weapons Laboratory, New Mexico.
6. Richard E. Goodman(1989), "Introduction to Rock Mechanics ", John Wiley & Sons, pp.55-99.
7. Miura, N.and O-hara, S.(1979), "Particle-crushing of a Decomposed Granite Soils undershear stresses", Soils and Foundations, Vol. 19, No. 3, pp.1-14.
8. Mirata. H, Hyodo. M, Yasufuku. N.(1987), "Compressive and Shear Characteristic of Undisturbed Decomposed Granite Soils Paying Attention to the Degrees of Weathering", Proceedings of JSCE. No. 382, III-7, pp.131-140.
9. Ruxton, B.P(1968), "Measures of the degree of chemical weathering of rocks", Journal of Geology, 76(5), pp.518-527.
10. Matsuo, N and Yamaouchi, T.(1975), "Effect of water on the behaviour of a quartz-rich sand under high stresses" , Soils and Foundations, Vol. 15, No. 4. pp.23-34.
11. Iliew, I. G(1966), "An Attempt to Estimate the Degree of Weathering of Intrusive Rocks from their Physico-Mechanical Properties", *Proc. 1st Cong, Int. Soc. Rock Mechanics*, vol. 1, pp.109-114.