

대한지질공학회
1994년도 정기학술발표회 논문요약
ABSTRACTS OF PAPERS PRESENTED AT THE 1994
ANNUAL SOCIETY MEETING

일시 : 1994년 4월 30일(토)

장소 : 서울대학교

시 간	논 문 제 목	발 표 자	좌 장
14 : 00-14 : 20	서울 2기 지하철 건설지역의 화강암과 편마암의 공학적 성질에 관한 연구.	*최해문 최용근 이정인	이재용 (벽산엔지니어링)
14 : 20-14 : 40	암반의 미시적 손상역학에 대한 연구	*정교철 김영기 김원영	
14 : 00-15 : 00	국내산 석재의 물리적, 화학적, 역학적 특성 및 내구성에 관한 연구	*최인선 장보완	
15 : 00-15 : 20	암석 절리면의 전단시험에서 미소파괴음 발생에 관한 연구	*김태혁 이정인	
15 : 20-15 : 40	휴 식		
15 : 40-16 : 00	남양호 탄성파탐사	*박근필 이희일 이호영	양승진 (한양대학교)
16 : 00-16 : 20	군산-장항 신항만 도류제 건설을 위한 연도 석산개발 탄성파탐사 사례	*송무영 오한윤	
16 : 20-16 : 40	Source mechanism of Micro-Earthquakes and Underground Explosions	*So Gu Kim	
16 : 40-17 : 00	한국 서해안의 연약한 해성퇴적층에 관한 지질공학적 고찰.	*송병무	
17 : 00-17 : 20	Gjøvik Olymic Moutain Hall Project	*윤건신	
17 : 20-17 : 40	“터널공학” 개략 소개	*박남서	
17 : 40-18 : 00	질의 및 토의		

서울2기 지하철 건설지역의 화강암과 편마암의 공학적 성질에 관한 연구

최해문*, 최용근, 이정인
(서울대학교 공과대학 자원공학과)

서 론

서울시에서는 지난 89년부터 2기 지하철 160km의 건설공사에 들어갔고, 90년대 중반에 120km의 3기 지하철 건설을 계획하는 등 각종 지하 관련시설의 건설이 증가할 것으로 예상된다. 그러나 서울시내에서 지반을 조사하기 위한 많은 시추자 행해졌지만 Database화 되지 못하여 바로 인접지역에서 다시 시추함으로써 중복으로 시추비용이 들어가는 경우가 많았다.

따라서 본 연구에서는 지난 89년 이후부터 서울대학교 자원공학과 암석역학 연구실에서 실험하였던 서울2기 지하철 건설지역의 선캠브리아 시기의 편마암과 이를 관입한 중생대 쥬라기의 서울화강암을 대상으로 암석역학적 성질을 조사하고, Database화를 위한 기초자료로써 활용하고자 하였다.

암반의 공학적 성질은 암반을 구성하는 무결암(Intact Rock)의 성질에 불면속면의 영향을 고려하여 나타난다. 조사항목은 일축압축시험 시료로 비중, 공극률, 탄성파속도, 쇼아 경도를 측정하였고, 일축압축강도시험을 통하여 탄성계수, 포아송비, 일축압축강도를 구하였다. 또한, 압열인장강도시험을 통해 인장강도를 구하고, 삼축시험과 전단시험을 통하여 점착력과 내부마찰각을 구하였다. 이 구해진 자료를 통계처리를 통하여 각각에 대한 상관관계를 구하였다. 또한 일축압축강도와 탄성계수를 토대로 Deere와 Miller의 분류방법에 의해 화강암과 편마암을 공학적으로 분류하였다. 그리고, 일축압축강도와 탄성파속도를 기준으로 분류하는 기존의 건설표준품셈의 문제점을 보완하였다.

시료 및 시험방법

시험 시료는 서울시 지하철 5-8호선 구간의 기본설계와 실시설계 조사지역의 지하철 통과 심도 근처인 -10~-30m에서 채취된 직경이 54mm인 NX코어 화강암 시료 161개와 편마암 시료 324개를 대상으로 하였다. 일축시험과 삼축시험의 경우 직경대 높이가 1:1.5-2.0, 인장시험의 경우는 2:1로 성형하여 시험하였다. 모든 시험 방법은 ASTM과 ISRM기준에 의거하여 시험하였고, 전단시험을 회전식전단시험(I.B.G형)방법으로 시험하였다.

Table 1. Physical and mechanical properties of Seoul Granite and Gneiss

Rock type	Granite					Gneiss				
	No. of Specimen	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	No. of Specimen	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.
σ_c (kg/cm ²)	161	932.3	428.8	300	2200	324	930.3	377.5	300.0	2120.0
Specific Gravity	161	2.58	0.06	2.37	2.73	324	2.71	0.07	2.51	3.02
Porosity(%)	145	1.35	0.87	0.10	3.96	301	0.56	0.43	0.10	2.28
V_p (m/sec)	161	3234	943.6	1220	5730	324	4881	647.9	2000	6710
V_s (m/sec)	161	1772	472.8	710	3000	324	2419	349.9	1300	3555
E_s (10 ³ kg/cm ²)	161	3.22	1.52	0.28	6.90	324	4.41	1.73	0.43	9.74
Poisson's Ratio	161	0.208	0.052	0.060	0.350	324	0.210	0.045	0.050	0.310
Ct(kg/cm ²)	31	130.9	57.99	40.00	270.0	81	181.6	69.87	70.00	405.0
ϕ_t (kg/cm ²)	31	58.65	7.91	42.00	71.00	81	48.14	6.62	31.00	66.00
Cs(kg/cm ²)	65	165.4	59.60	13.00	310.0	135	168.05	93.03	32.00	830.0
ϕ_s (degree)	65	47.58	4.54	38.00	57.00	135	44.70	4.45	29.00	53.00
σ_t (kg/cm ²)	35	53.51	19.32	30.00	102.0	95	70.58	25.28	30.00	160.0
Brittleness Index	35	23.42	9.89	8.50	41.20	95	13.8	5.65	1.00	9.28
Shore Hardness	132	59.87	13.08	32.00	90.00	278	56.63	9.43	25.00	78.00

*Ct, ϕ_t : Cohesion & Internal Friction Angle at Triaxial Compression Test

*Cs, ϕ_s : Cohesion & Internal Friction Angle at Direct Shear Test

Table 2. 수정된 P파속도와 일축압축강도 관계

암종그룹	일축압축강도 (kg/cm ²)	탄성파속도(m/sec)		비 고
		화강암	편마암	
치약암 very low	<50	<550	<1200	*일축압축강도 시험 1. 시편 : NX-size(54mm) 2. 길이 : 지름의 2배 내외 3. 노건조 : 24시간 4. 탄성파속도 측정방향 : 탄성파속도가 가장 빠른 절면에 평행방향
풍화암 low strength	50-250	550-1400	1200-2500	
연암 moderate	250-500	1400-2150	2500-3400	
중경암 medium	500-1000	2150-3300	3400-4650	
경암 high	1000-2500	3300-5700	4650-700	
극경암 very high	>2500	>5700	>7000	

결 론

서울지하철2기 건설지역기에 분포하는 화강암과 편마암에 대한 물리적, 역학적 특성을 조사분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 화강암과 편마암의 암석역학적 특성에 관한 자료는 표1과 같다. 연구결과 화강암이 편마암보다 각각의 물성들에 대한 상관관계가 더 높게 나타났다.
- 2) 종파속도 대 횡파속도비(V_p/V_s)는 화강암의 경우 1.82 ± 0.26 , 편마암의 경우 2.03 ± 0.26 으로 편마암이 크게 나타났다.
- 3) 일축압축강도(σ_c)와 인장강도(σ_t)의 관계는 화강암에서는 $\sigma_c = 26.9 \sigma_t + 70.3$ ($r=0.45$), 편마암에서는 $\sigma_c = 10.3 \sigma_t + 23.9$ ($r=0.58$)로 나타났다. 취성도를 비교하면 화암이 23.4 ± 9.88 , 편마암이 13.8 ± 5.65 로써 풍화정도가 심한 화강암에서 더 높은 취성도를 나타내었다.
- 4) Deere와 Miller의 분류에 따라 화강암을 분류하면 화강암은 주로 CM으로 분류되며 풍화가 더욱 진척된 것은 DM, 비교적 풍화가 덜된 것은 BM으로 분류되었다. 편마암은 화강암에 비해 분포범위가 훨씬 넓었으며 CM, BM, CH, DH 순서로 분류되었다.
- 5) P파속도(V_p)와 일축압축강도는 P파 속도가 빨라짐에 따라 지수함수적으로 증가하는데, 이때의 회귀식은 화강암의 경우 $\sigma_c = 0.00179548 V_p^{1.6346}$ 이고, 편마암은 $\sigma_c = 7.0225 \times 10^{-6} V_p^{2.223}$ 이었다. 이 결과와 ISRM에서 제안한 강도치로 건설표준품셈의 강도와 탄성파속도를 수정하면 표2와 같다.
- 6) 일축압축강도와 점착력의 관계는 화강암에서 $\sigma_c = 9.68 C_t + 145$ ($r=0.72$), 편마암에서 $\sigma_c = 3.89 C_t + 319$ ($r=0.71$)이었다.

암반의 미시적 손상역학에 대한 연구 (Study on micro-damage mechanics of rock)

정교철* · 김원영(한국자원연구소)

김영기 (경북대학교 지질학과)

암반의 역학적 거동에 대한 이해는 지하공간개발, 핵 폐기물처분 등과 관련된 지질공학 및 토목공학에 있어서 최근 매우 중요하게 다루어지고 있다.

암반은 그 내부에 여러가지의 성인에 의해 발생한 불연속면을 포함하고 있어, 그 역학적 거동은 매우 복잡하게 나타난다. 따라서, 최근에는 연속체 역학에 의한 해석보다 실제

암반의 기하학적 특성을 고려한 손상역학(Damage Mechanics)에 의한 해석이 발달되어왔다. 그러나 지금까지의 손상역학은 암반에 분포하고 있는 거시적 불연속면만을 대상으로 하고있어 미시적 손상에 대한 해석은 아직 미비한 실정이다.

그러나, 실제 암반에는 미시적 불연속면에서부터 거시적 불연속면 등까지 다양하게 분포하며, 그 역학적 거동은 이러한 크고 작은 불연속면에 의해 일어난다고 할 수 있다. 이러한 사실을 고려한다면, 암반의 역학적 거동에 대한 보다 정확한 해석을 위해서는 미시적 손상에서 거시적 손상으로의 손상역학 해석이 요구된다.

본 연구에서는, 우선 미시적 손상역학의 해석을 위해, 화강암을 대상으로 하여, 그 광물 입자의 물리적 성질과 미시적 불연속면을 고려한 수치해석을 실시하고, 또한 그것의입증을 위해 실내실험을 실시하였다. 그 결과 해석치는 실험결과와 잘 일치한다.

국내산 석재의 물리적, 화학적, 역학적 특성 및 내구성에 관한 연구 : 압축피로하중에 의한 미세균열의 발달특성을 중심으로

장보안, 최인선*

(강원대학교 지구물리학)

국내산 석재의 물리적, 화학적, 역학적 특성 및 내구성에 관한 연구의 일환으로 경기도 강화에서 생산되는 세립 내지 중립의 화강암 석재(강화석), 전북 익산군의 중립 내지조립의 화강암 석재(황동석) 및 전남 여수에서 생산되는 화강반암 석재(여수석)를 대상으로 압축피로하중에 따른 미세균열의 발달 특성을 연구하였다. 각각의 석재에 가해진 압축피로하중은 파괴하중의 60%와 80%이며 0.3-0.7Hz의 주파수로 5회에서 2455회까지의 하중을 가한 후, Differential Strain Analysis(DSA) 및 미세균열의 염색을 이용한 현미경 관찰을 통하여 미세균열의 발달 특성을 연구하였다.

DSA 결과 미세균열이 닫히며 발생하는 Cumulative Crack Strain은 2가지 형태를 보인다. 강화석에서는 Cumulative Crack Strain이 압력에 비례하여 증가하는 관계를 보여주며, 여수석에서는 Cumulative Crack Strain이 80MPa 이하까지는 급격한 증가하다가 80MPa 이상에서는 거의 증가하지 않는 형태와, 압력에 비례하여 증가하는 관계를 보이는 형태의 2가지 양상을 보이고, 황동석에서는 Cumulative Crack Strain이 100MPa까지는 급격히 증가하다가 그 이상의 압력에서는 거의 증가하지 않는 형태를 보인다.

미세균열의 염색에 의한 현미경 관찰 결과 각각의 석재에서 거의 모든 입자의 경계를 따라 Grain Boundary Crack이 발달해 있다. 황동석과 강화석에는 Intragranular Crack들이

발달해 있으나 여수석에는 발달이 미약하며, 강화석과 여수석에는 장석류들이 으스러진 양상을 보인다.

압축피로하중에 의한 미세균열의 발달 특성을 살펴보면 황등석에서는 체적의 0.3%에 달하는 아주 많은 양의 미세균열이 발달하였으며 피로하중의 횡수에 따라 미세균열의 양이 증가한다. 또한 대부분의 미세균열들은 낮은 Aspect Ratio를 보여 현미경 관찰에 의한 Intragranular Crack의 발달과 일치한다. 황등석내에 발달한 미세균열들은 좋은 방향성을 보여 대부분이 소위 화강암의 결(Grain Plane)과 거의 평행한 방향으로 발달하였다. 강화석에서는 체적의 0.15% 정도의 미세균열들이 발달해 있으나 피로하중의 횡수에 비례하여 증가하는 양상을 보이지 아니한다. 또한 Aspect Ratio를 보이는 Intragranular Crack과 높은 Aspect Ratio를 가지는 광물이 으스러져서 생성된 미세균열이 골고루 분포함을 나타낸다.

암석 절리면의 전단시험에서 미소파괴음 발생에 관한 연구

김태혁*, 이정인

(서울대학교 자원공학과)

서 론

암반사면 붕괴나 대단면 터널의 낙반, 붕락 등과 관련한 암반구조물의 역학적 불안정성은 암반에 발달한 불연속면의 전단변형특성에 크게 좌우된다. 불연속면에서의 암반의 전단변형 거동은 불연속면의 거칠기와 수직응력에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 한편 암석의 파괴는 미소균열의 발생, 전파 과정을 거쳐 이루어지므로 파괴과정에서 발행하는 미소파괴음(Acoustic Emission : AE)을 측정하여 암석의 파괴를 예측하거나 변형과 파괴특성을 파악하려고 하는 연구가 많이 보고되고 있다. 그러나 암반내 불연속면의 전단변형시 발생하는 AE특성에 관한 연구는 별로 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 압축용 재료시험기를 이용하여 암석의 일면전단시험을 할 수 있는 장치를 제작하여 인공절리를 갖는 화강암 및 대리석시료에 대하여 암석절리면의 전단시험을 실시하고 이때 발생하는 AE를 측정하여 절리의 거칠기와 절리면내에 작용하는 수직응력에 따른 전단변형과 AE 발생특성을 조사하였다.

실험방법

절리시료는 시험편의 전단면을 따라 인장균열을 형성시키는 이공절리 발생장치(Splitter)를 이용하여 제작하였다. 이렇게 제작된 시험편의 거칠기 형상은 현장용 프로파일 게이지를 이용하여 측정하였으며, 측정된 거칠기 형상은 영상분석기(Image Analyzer)를 이용하여 수치화시켜, 절리면의 직선길이에 대한 절리표면의 실제 길이의 비인 R_p (Roughness Profile Index)로 표현하였다. 실험에서는 수직하중과 거칠기에 따라 전단특성의 변화 및 최대 초당 AE값을 살펴 보았고, 전단시험시 발생하는 미소파괴음과 그 주파수특성을 살펴 보았다. 일면 직접전단시험시, 수직하중은 20톤 용량의 유압램에 의해 철재로프를 이용, 수평으로 가하였으며, 수직변위는 다이알 게이지를 써서 측정하였다. 전단하중과 전단변위의 측정에는 미국 MTS(Material Test Systems)사의 재료시험기를 이용하였다. 전단시험시에 발생하는 AE 측정을 위하여는 B&K사의 AE측정기기를 사용하였다. AE측정기에서 나온 신호는 증폭기를 거쳐, AE신호분석기로 보내져 초당 AE신호의 총 에너지가 측정되었으며, 그 값은 기록계로 기록되었다. 또 측정된 이 신호에 대하여 주파수 분석을 실시하였다.

반면에 여수석에서는 모든 시료가 체적의 0.12% 이하의 미약한 미세균열의 발달상태를 보이며, 피로하중의 횡수와 미세균열의 발달정도는 상관관계가 보이지 아니한다. 미세균열의 발달이 미약한 시료에서는 주로 낮은 Aspect Ratio를 보이는 미세균열이 많이 발달해 있으나 미세균열이 잘 발달된 시료에서는 분포가 다양하다.

위의 결과를 종합할 때 압축피로하중에 의한 미세균열의 발달 정도는 구성 광물내에 발달하는 Intragranular Crack의 발달과 상관관계가 있으며, Intragranular crack은 입자가 큰 화강암에서 잘 발달한다. 따라서 석재의 역학적 내구성 측면에서는 황동석이 가장 취약하고 여수석이 가장 우수한 것으로 판단된다.

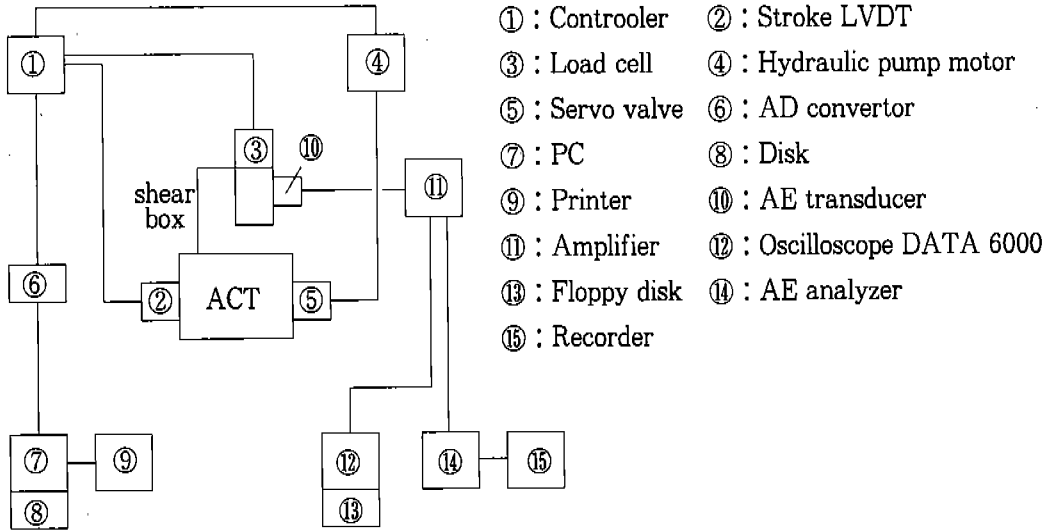
결 론

본 연구에서 얻어진 주요 결과는 다음과 같다.

- 1) 화강암시료에 대한 전단시험에서 거칠기가 커질수록 최대전단강도, 잔류전단강도, 전단강성, 팽창각이 커지는 경향을 보였다. 그러나 대리석에서는 거침면 자체의 강도가 작은 이유 때문에 거칠기가 전단특성에 영향을 덜 미치는 것으로 나타났다.
- 2) 화강암의 전단시험시 발생하는 AE는 전단응력이 선형적으로 증가하는 초기에는 아주 작은 값이 측정되다가 최대전단강도에서 잔류전단강도로 떨어지는 지점에서 초당 AE값의 최대치가 측정되었으며, 잔류전단강도 수준에서는 갑작스런 응력감소가 일어나는

지점에서 많은 양의 AE가 측정되었다. 대리석의 경우는 화강암과는 달리 실험의 전 구간에 걸쳐서 화강암에 비해 아주 작은 초당 AE값이 측정되었으나, 전단응력이 감소될 때 AE가 측정되는 현상은 비슷하게 일어났다.

- 3) 화강암의 전단시험에서 측정된 최대 초당 AE값은 거칠기, 수직응력이 커짐에 따라 그 크기도 증가하였다. 그러나 대리석에서는 이 현상이 관측되지 않았다.
- 4) AE의 주파수를 분석한 결과, 화강암에서 측정된 AE신호는 최대 초당 AE값이 측정될 때 전체적인 주파수의 상대진폭이 커졌으며, 일정 수직응력하에서는 전체적으로 비슷한 영향을 나타냈다. 최대진폭 주파수는 화강암의 경우 100kHz 부근에서 나타났고, 대리석의 경우는 900kHz부근에서 나타났다. 두 암종 모두에서 수직응력이 커질수록 진폭의 분포 양상이 전체 주파수대역으로 분산되어가는 경향을 보였다.



Schematic diagram of shear test and AE detecting system

남양호 탄성파탐사

박근필 *, 이희일, 이호영
 (한국자원연구소)

남양호 탄성파탐사는 호수 저면하의 지하 공간을 이용하기 위한 지반안전성 조사의 일환으로써 수행되었다. 조사지역이 얇은 수심을 보이는 호수인 관계로 탄성파 반사법의 적

용은 신뢰할 만한 탐사 결과를 보장할 수 없었기 때문에 이를 보완할 수 있는 여러가지 복합적인 탄성파탐사 방법이 적용되었다. 그 방법들은 단성분 고해상 수상 반사법 탐사, 단성분 고해상 소노부이 굴절파탐사, 24채널 육상 굴절파탐사 및 24채널 수륙 혼합 굴절파탐사 등이었다. 이중 수륙 혼합 굴절파탐사는 육상에서의 폭발성 음원을 사용하고 호수면에서 Hydrophone을 이용하여 신호를 청취하는 방법으로 설계된 변형된 굴절파탐사법이였다. 탐사량은 1km² 지역에 대하여 반사법탐사 34 line-km, Sonobuoy 탐사 14개 측선 및 육상 굴절파 1 line-km 그리고 수륙 혼합 굴절파탐사 8개 측선이였다.

탐사 결과, 반사법의 경우 호수저면의 지질적인 특성(강한 반사특성)으로 인하여 중복 반사가 심하였으나, 남양호의 평택군 호안지역(남측)과 화성군측 호안지역(북측)에서는 양호한 반사파 기록을 취득할 수 있었다. 소노부이 굴절파 탐사기록 또한 반사파와 동일한 현상을 보였다. 수륙 혼합 굴절파탐사 결과, 상당히 양호한 기록을 취득할 수 있었지만 육상 굴절파탐사 자료의 경우 아주 만족할 만한 상태는 아니어쥬. 취득된 자료로부터 해석된 결과는 다음과 같다.

- (1) 반사법 자료해석 결과 남양호의 수심은 평균 7m 내외이며 최대 15m를 보인다. 퇴적층의 총후는 평균 15m 내외로 해석되었다. 기반암의 구조는 대체로 평탄하며 호수면 하 약 30m 부근에서 발달하고 있다. 또한 소노부이 굴절파탐사로부터 취득한 속도정보와 반사법 기록을 대비한결과 기반암의 속도층은 3.5km/s 이상의 속도를 보이는 기반암지역, 2.5~3.5km/s의 Moderately Weathered Zone 및 2.0~2.5km/s 속도의 풍화대 지역으로 나뉘어진다.
- (2) 수륙 혼합 굴절파탐사 자료해석 결과, 조사지역의 기반암에 대한 평면적인 속도분포는 4.5km/s 이상지역, 4.0~4.5/s 지역, 4.0km/s 이하지역으로 나뉘어지며, 4.5km/s의 고속도 분포지역이 북동-남서 방향의 대상으로 발달한다. 호안지역은 3.0km/s 내외의 저속도층(풍화대)이 발달한다. 조사지역에는 북서-남동 방향성과 북동-남서 방향성의 두단층대가 각각 평행하게 발달하며, 조사지역 중앙에서 가장 규모가 큰 북서-남동 방향성 단층이 발달한다.
- (3) 육상 굴절파탐사 결과로부터 해석된 제방지역은 속도 450m/s이고 총후 3m정도인 표토층, 대략 10m 정도의 해성 퇴적층, 속도 2200~2400m/s의 풍화대가 약 18m의 두께로 발달하고 그 하부에 속도 4000m/s대의 신선암층의 제방 표면하 약 30m 부근에서 나타난다.

군산-장항 신항만 도류제 건설을 위한 연도 석산개발 탄성파탐사 사례

송무영*, 오한운

(충남대학교 지질학과)

군산-장항 신항만의 북측 도류제 건설에 필요한 석재원 조사의 일환으로 연도의 산지에서 굴절법 탄성파탐사를 실시하고 탄성파속도 분포에 의한 지질구조 파악, 석재원 개발의 추정량, 개발계획선정 등에 기초자료를 제공하고자 하였다. 본 사업은 장항에서 서쪽으로 약 13km를 연장하는 신항만의 북측 도류제 건설을 위한 것이며 이 도류제는 오식도의 북서측 3km 지점에 위치하는 압초인 영암까지 연장될 계획이다.

연도는 1.5×1km 면적의 타원형 섬으로서 해발고도 188.1m의 산정을 갖는 산악지형이며 동측 해안지역 연도리에 40여 가구의 주민이 생활하고 있고, 석산 개발 가능지역은 주거지와 반대방향인 남서측 산지이다.

탐사의 수행은 150×150m 면적의 경사면 대상지역에서 동고선에 평행한 북서방향 4축선, 경사방향 3축선의 격자상 축선을 선정하고 12채널의 수신기를 7.5m 간격으로 배열하여 햄머 5중 타격의 Enhancement법으로 실시하였다.

탐사 결과에 따른 속도층구조는 제1층은 속도 395~536m/s, 두께 3~7m, 제2층은 속도 1,062~2,649m/s, 두께 6~17m이며, 제3층의 속도는 2,900~5,600m/s로 해석되었다. 제3층의 평균속도는 3,500m/s로서 편마암 전체 평균치 $4,170 \pm 150$ m/s보다는 작으나 최저속도 3,020m/s보다는 크므로 신선한 편마암으로 해석되며 따라서 신선한 석재 굴착은 지표면부터 제2층 하부 경계면까지의 표층 제거를 필요로 한다. 특히 부분적으로 제2층 속도가 2,000m/s 이하로 나타난 지역은 풍화심도가 깊은 것으로 추정하였다. 도류제 축조를 위한 신선한 암괴의 채취는 결국 지표로부터 최저 8m 최고 24m의 토양과 풍화암을 제거해야 할 것으로 보인다. 이를 현재 진행중인 현장자료와 그리고 추정된 심도와 실제 시공중에 나타난 현상과의 차이점을 검토한다.

Source Mechanism of Micro-Earthquakes and Underground Explosions

So Gu Kim*

(Dept. of Earth and Marine Sciences Hanyang University)

Discrimination between microearthquakes and underground explosions are carried out in the pass-con-

tinental path of north-south direction within the Korean Peninsula. The characteristic waveforms for explosions can be explained in terms of good generation of L_g waves of the transverse components that pass through the upper crust with period of 1-6 seconds and fundamental modes of Rayleigh waves, R_g waves of the vertical components with period of 8-12 seconds. Furthermore the first arrivals of SH-wave motion for explosions are not impulsive or abrupt whereas those for microearthquakes are very impulsive or abrupt depending on the epicenter azimuth to station.

Theoretical seismograms for explosions also contain high-frequency waveforms as well as the first motion of compressional body waves with mostly fundamental modes of L_g and R_g waves, whereas those for microearthquakes are presented as different types of the first motion and amplitudes according to the azimuth to stations and long waves of surface waves, depending on the focal depth.

한국 서해안의 연약한 해성퇴적층에 관한 지질공학적 고찰

송 병 무*

(도우엔지니어즈)

산업의 발달과 인구의 증가는 연약한 해성퇴적층에 여러가지 형태의 토목공사를 요구하고 있다. 이와같은 연약층은 침하와 안전성 이외에도 많은 시공상의 문제를 주고 따라서 공사비의 상승과 공사의 지연을 초래한다. 여러가지 사정에 기인한 문제자체의 근본적인 이해부족은 시공중에 대규모 파괴도 유발하곤 한다.

이와같은 문제의 해결은 여러분야의 전문지식이 필요한데, 이 논문은 주로 고기상학, 퇴적학 및 토질역학 등의 학문의 부분을 응용하여 주어진 과제를 정립하고 기본적인 해석방법과 방향을 제시하려는 초보적인 시도이다.

Gjøvik Olympic Mountain Hall Project

윤 건 신*

(삼성건설(주) 기술연구소)

Gjøvik Olympic Mountain Hall은 Norway에서 개최되었던 1994 동계 올림픽 Ice Hockey 경기장으로 폭 62m, 높이 25m, 길이 91m 크기의 암반동굴로이다. Public-use로는 건설된 지하공간중

Span이 세계에서 가장 큰 암반동굴이다. 동굴 천정에서 지표까지 두께는 25-70m이며 동굴내에는 1975년 건설된 25m, 6 Lane의 수영장이 있으며 주변에는 Telecommunication Center, 민방공 등이 있다.

본 동굴의 지질은 선캠브리아기의 적색 또는 회색 화강암질 편마암으로 구성되어 있으며 주 운반터널을 지나는 단층대 이외에는 특별한 지질구조는 없다. 암석학적으로 암질은 화강암질 또는 석영섬록암질로 다양하며, 구성광물 평균비는 석영 30%, 장석 65%, 기타 녹니석, 운모, 각섬석으로 구성되어 있다. 주절리는 3 Set가 있으며 부분적으로는 수 cm폭의 점토를 함유하고 있는 곳도 있으며 방해석, 녹연석, 석영 또는 녹니석이 충전되어 있다.

지반조사는 기존 수영장 시공시의 자료와 지표 및 갱내 지질조사, 시추조사, 응력측정, 탄성파탐사, 공간 레이더 토모그래피, 공내변형계측 등이 수행되었다. 시추조사 결과(4개 공) RQD는 평균 70%(50-90)이며, 지반분류를 위한 평균값은 $J_n=9$, $J_r=2-3$, $J_a=1$, $J_w=1$, $SFR=1$ 로, Q값은 1에서부터 30에 이르며 평균값은 9.4이다. 그러나 기존 수영장 건설 후에 남아 있는 노두를 중심으로 Q값을 조사하였을 때의 값은 30이었고 시추코어를 중심으로 산정된 Q값은 1.1에서 30까지이며 평균 값은 12.2이었다. 그러나 굴착중 조사된 Q값은 1에서 30까지이며 평균값은 9.4이다. 암반보강은 2.5m 간격으로 깊이 6m, 12m의 록볼팅과 10cm 두께의 Fiber Reinforced Shotcrete를 했다.

응력측정은 Over-Coring방법과 Hydro-Fracturing방법으로 측정하였으며 수치해석은 경계요소법과 UDEC-BB 프로그램을 사용하여 5개의 Model에 대하여 수행하였다. 굴착은 발파굴착이며 계측은 지중변위계, 경사계, 침하계를 설치하여 계측하였다.

암반의 공학적 성질은 변형계수 51.5 GPa, Poisson's Ratio 0.21, 일축압축강도 77.3 MPa, Point Load Strength 15.2 MPa, Ultrasonic Velocity 4953m/s이다.