

암반의 변형계수 측정에 의한 지하처분연구시설의 암반 손상대 형성평가

김진섭, 권상기, 조원진

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150

kverity@kaeri.re.kr

1. 서론

방사성폐기물 처분장과 같은 지하구조물의 경우 발파충격이나 굴착 이후의 응력의 재분포에 의해 구조물 주변 암반의 물성이 변함에 따라 암반의 역학적·수리적·지화학적 거동에 변화가 발생하며, 이는 구조물의 장·단기적 기능을 저하시킬 수 있다. 이러한 측면에서 지하구조물에서의 손상대(Excavation Damaged Zone; EDZ)의 발생에 따른 암반 거동에 미치는 영향을 파악하는 것은 구조물의 장기적 안정성 측면에서 반드시 필요한 연구라고 할 수 있다. 구조물의 안정성을 평가하는 가장 기본적인 판단기준은 작용하는 응력에 대한 변형정도로 정의되는 변형계수(deformation modulus)로서, 이는 터널변위에 가장 큰 영향을 준다. 그러나 암반의 변형계수는 불연속면과 시료크기 등의 영향으로 실내시험으로 결정하기 어렵기 때문에 주로 비교 추정치나 경험적인 방법에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 한국원자력연구원 내에 위치하고 있는 지하처분연구시설(KAERI underground research tunnel, KURT)을 대상으로 정탄성계수 측정방법인 Goodman jack 시험을 통해 현장 암반의 변형계수 측정을 통한 암반 손상대를 평가하였다.

2. 실험 및 결과

손상대 시험 구간의 변형계수 변화를 파악하기 위해 시추공에서의 재하시험을 실시하였다. 시험에서는 한계 압력 700kg/cm²인 Goodman Jack 시험기를 사용하여 시추공벽에 압력을 가하면서 측정된 하중과 변형량 관계를 통해 암반 변형계수를 결정하였다. 시험구간을 영역 Zone 1~Zone 4(Fig. 1)으로 나누고, 깊이에 따라 수직방향 및 수평방향으로 시험을 실시하여 변형계수의 이방성도 파악하고자 하였다. 터널 외벽에서부터 초기 3.0m까지는 30cm 간격으로 측정을 하였으며, 그 이후에는 점차 간격을 증가시키며 총 350 여회에 걸쳐 시험을 수행하였다. KURT 내 시험영역 및 주변 암석의 기본 물성치를 아래 Fig 1.과 Table 1.에 나타내었다.

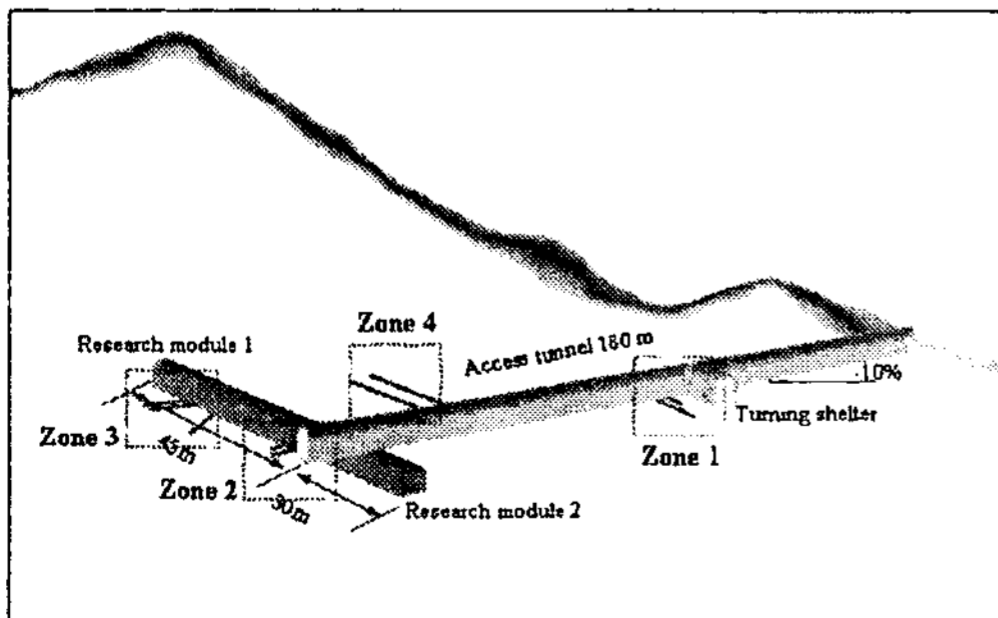


Fig 1. Experimental site(KURT) and test area for EDZ study

Parameters	Range(m)			
	30~82	82~125	125~177	177~192
Dip	88	68-88	68-90	90
UCS(MPa)	30.8	58.4	71.6	77.6
Em(GPa)	3.2	12.1	37.9	6.21
Bulk E(GPa)	2.13	8.07	25.3	4.14
Shear E(GPa)	1.28	4.84	15.16	2.48
Cohesion(MPa)	1.7	4.2	6.7	4.6
Friction angle	35	40	46	36
Tensile(MPa)	0.014	0.102	0.49	0.047

Table 1. Rock properties in the investigated ranges along the surveying borehole through KURT

시험구간 Zone 1의 경우에는 손상대 구간이 터널 표면으로부터 0.6~0.9m에 형성되었으며, 그 이상에서는 11.2~18.9GPa의 변형계수를 보이며 균일한 패턴을 나타내었다. Zone 2의 경우에는 암

질의 상태가 양호하여 손상대 구간이 상대적으로 작은 약 0.6m의 결과를 보여주었나, 2.1m 지점 이후부터는 오히려 전체적으로 낮은 변형계수 분포를 나타내었다. 이와 같은 현상은 암반의 암질이 변하였기 때문에 나타난 결과로 예상된다. Zone 3 구간에서는 손상 구간이 0.6~0.9m이고, 1.8~2.7m 지점에서 파쇄절리 및 미세절리 구간이 발견되었다. 한편 Zone 4의 손상대 구간은 1.5~1.8m로 상대적으로 다른 구간에 비해 컸으며 3.0~4.5m 구간에 파쇄절리로 국부적인 변형계수 감소현상이 발견되었다.

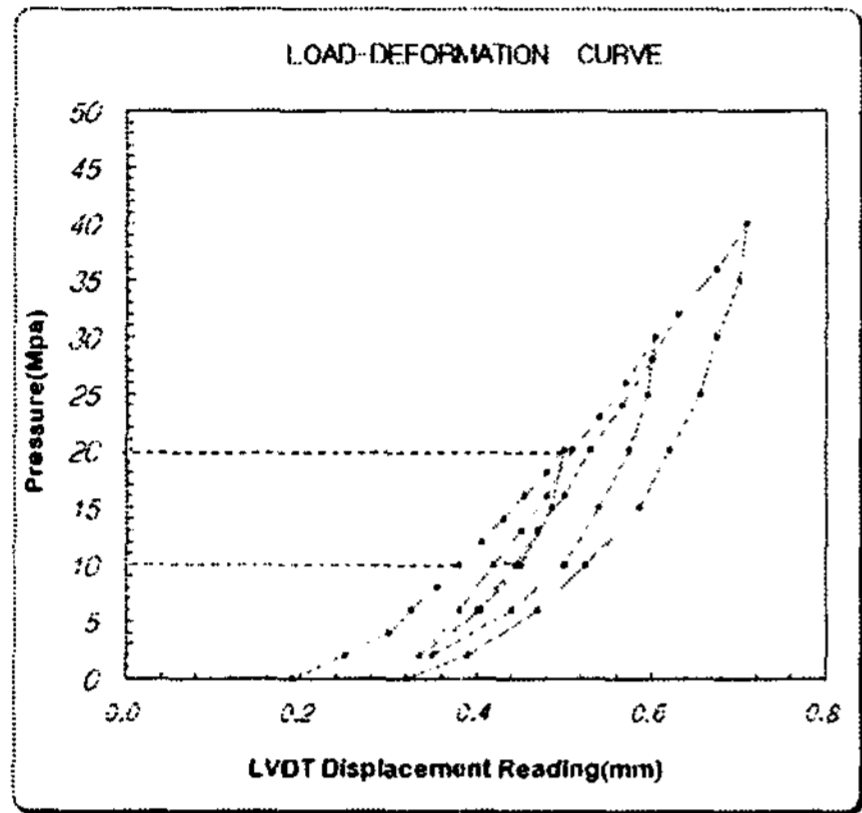


Fig 2. Representative result from Goodman Jack test at No.7, Zone 4 (0.9m Ver.)

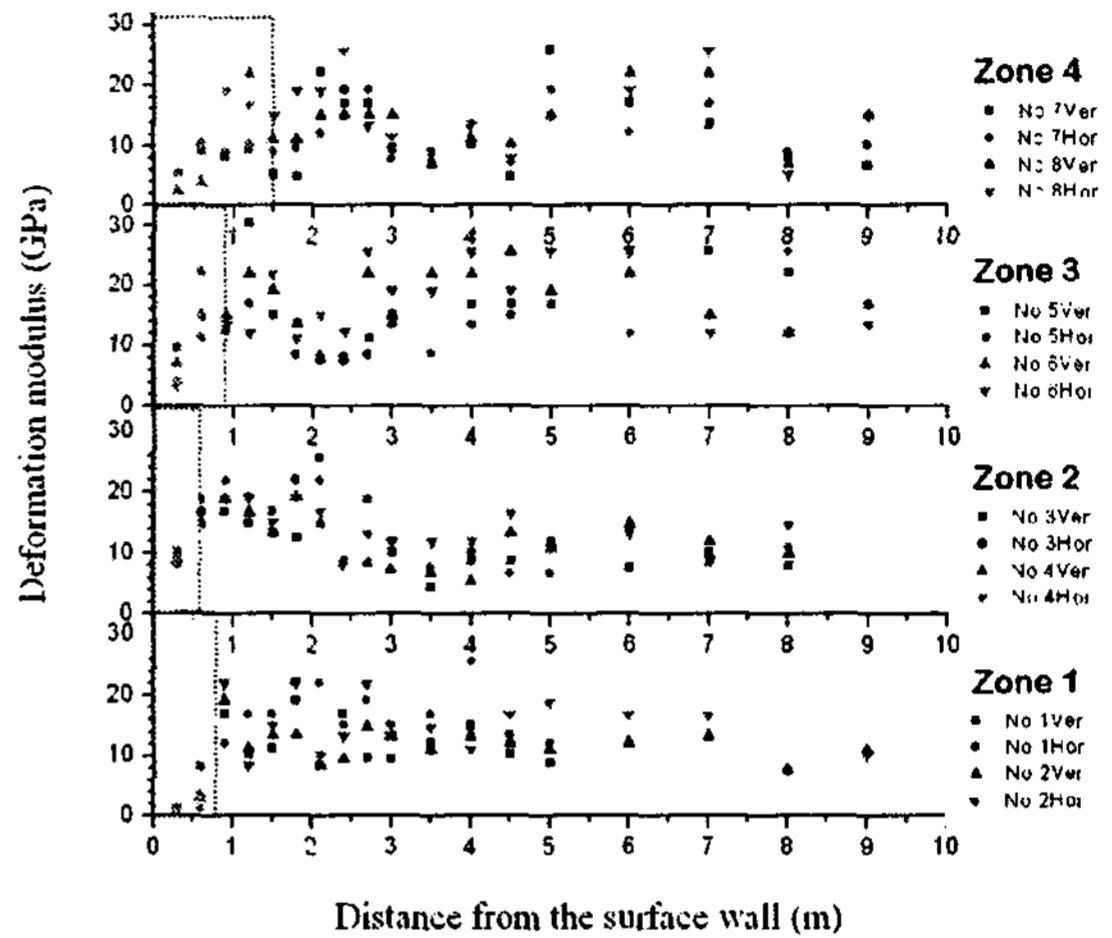


Fig 3. Measured deformation moduli along the depth and estimation of EDZ in KURT

Table 1. The averaged deformation modulus of intact rock and the ranges of excavation damaged zone in KURT

Parameters		Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
Modulus of deformation	Ver.(GPa)	12.2	12.6	17.3	13.9
	Hor.(GPa)	15.9	14.2	15.6	14.2
Range of EDZ(m)		0.6~0.9	around 0.6	0.6~0.9	1.5~1.8

3. 결론

지하처분연구시설 내 터널발파로 인한 각 구간별 암반 손상대의 영역을 측정한 결과, 손상대 구간은 전체적으로 0.6~1.8m에 이르렀으며, 터널 막장쪽으로 진입할수록 양질의 암반이 형성되어 있음을 알 수 있었다. 한편 터널 표면으로부터 지중으로의 암반 변형계수가 probe의 근입거리에 따라 증가하지 않고 완만한 분포를 보이는 특징을 나타내었다. 본 연구 결과는 지하처분연구시설의 공학적 실증을 위한 추가적인 연구에 중요한 자료로 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

사 사

본 연구는 교육과학기술부의 원자력 연구개발 중장기 계획사업의 일환으로 수행되었습니다.

REFERENCES

[1] 유근환, 장찬동, "다양한 시험법으로 규명된 암반 탄성계수 비교", J. Engineering Geology, 16, 1 (2006)

[2] 권상기, 조원진, "지하처분연구시설에서의 암반 손상대 발생 및 영향평가", 한국원자력연구원, KAERI/TR-3533 (2008)