

단천발전소 1지구 물길굴에서 암체세기와 천반안정성평가

김연호, 김정철

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리는 위대한 수령님과 위대한 장군님께서 가르쳐주신대로 대규모발전소건설을 중단없이 밀고나가야 합니다. 당면하여 단천발전소건설을 다그쳐야 합니다.》

물길굴건설에서 암체세기와 천반안정성을 정확히 평가하는것은 공사의 속도와 질을 보장하고 안전성을 담보하는데서 중요한 의의를 가진다.

본문에서는 단천발전소 1지구 물길굴에 대한 지표 및 갱도조사와 비저항CT탐사를 진행하여 건설 및 수문지질상태를 조사하고 암체세기와 천반의 안정성정도를 평가하였다.

1. 연구지역의 건설 및 수문지질상태

연구지역에는 주로 중원생대 직현군층의 쇄설점토질암과 중생대 련무주층의 분출퇴적암, 신시생대 랑림층군의 암석으로 이루어져있으며 그위에 신생대 제3기 상신세, 제4기 하갱신세, 현신세 현무암과 고기하성층들이 부정합적으로 덮여있다.[1]

먼저 연구지역에 대한 지표 및 갱도조사, 비저항CT탐사를 진행하여 건설 및 수문지질상태를 조사하였다.

물길굴의 암석들은 주로 직현군층의 규암, 점판암, 약간의 석회암, 중생대 련무주층의 석영반암과 그 응회암, 안산분암과 그 응회암, 응회질력암들과 시생대 련화산암군의 화강암, 압록강암군의 섬록암들로 이루어진 혼성암이다.

1갱구역에서는 갱입구로부터 산릉선으로 올라가면서 두께가 10~20m인 제4기층우에 두께가 5m정도인 현무암층이 덮여있다. 그리고 갱입구로부터 산릉선쪽으로 65~90m 구간에 파쇄대가 놓여있다. 파쇄대구간에서 암석들의 균열결수는 0.6~0.8이다.

2갱구역에서는 갱입구로부터 28m까지의 구간에 두께가 20~22m인 제4기층이 놓여있고 다음 구간에는 두께가 47m인 화강편마암이 놓여있다. 그리고 갱입구로부터 109m정도 떨어져 파쇄대가 놓여있다. 파쇄대구간에서 암석들의 균열결수는 0.4~0.6이다.

3갱구역에서는 갱입구로부터 산릉선쪽으로 두께가 25m인 제4기층이 놓여있고 갱입구로부터 55m정도 떨어져 신선한 암석들이 놓여있다. 파쇄대구간에서 암석들의 균열결수는 0.4~0.6이다.

4갱구역에서는 갱입구로부터 70~110m구간에서 제4기층이 두꺼워지고 80~105m구간에 심한 파쇄대가 놓여있다.

5갱구역에서는 갱입구에 균열이 적은 암석들이 존재하고 60m근방에서 옆벽과 바닥에서 균열수가 나온다. 파쇄대구간에서 암석들의 균열결수는 0.6~0.8정도이다.

기본물길굴이 지나가는 골짜기구역에 대한 비저항CT탐사자료를 해석한 결과 하천중심에 너비가 25m정도인 파쇄대가 존재한다는것을 알수 있다. 그러므로 기본물길굴을 굴진할 때 파쇄대를 통한 하천의 영향 즉 하천물이 기본갱으로 흘러드는 현상을 고려하여야 한다.

2. 암체세기와 천반안전성평가

암체세기는 1m³당 균렬의 수, 1m당 균렬의 수, 균렬사이의 간격, 균렬면의 상태, 변질 정도, 충전물상태, 균렬의 너비, 기본균렬의 경사각, 균렬면을 망치로 때리었을 때의 소리 특성, 굴의 유지성, 균렬면에서의 지하수흐름상태 등 11개 인자들로 평가한다.(표 1)

표 1. 암체세기평가를 위한 인자

| No. | 인자 | 세부특성지표 | | | |
|-----|-------------------------|---------|----------|-----------|--------|
| 1 | 1m ³ 당 균렬의 수 | ≤1 | 1~3 | 3~5 | 5≤ |
| 2 | 1m당 균렬의 수 | ≤1 | 1~3 | 3~5 | 5≤ |
| 3 | 균렬사이의 간격/m | ≤0.25 | 0.25~0.5 | 0.5~1.0 | 1.0≤ |
| 4 | 균렬면의 상태 | 매끈, 평탄 | 매끈, 굴곡 | 거침, 평탄 | 거침, 굴곡 |
| 5 | 변질정도 | 신선 | 변색 | 변질 | 변색, 변질 |
| 6 | 충진물상태 | 건조 | | 포수 | |
| 7 | 균렬의 너비/cm | 0.1~0.2 | 0.2~2 | 2~5 | 5~10 |
| 8 | 기본균렬의 경사각/(°) | ≤15 | 15~30 | 30~60 | 60≤ |
| 9 | 망치로 때리었을 때의 소리 | 둔한 소리 | 궁글은 소리 | 잡음이 섞인 소리 | 강한 쇠소리 |
| 10 | 굴의 유지성 | 좋음 | 보통 | 나쁨 | 매우 나쁨 |
| 11 | 지하수흐름상태 | 건조 | 심한 누기 | 물방울 | 물찬 상태 |

충진물상태는 점토 또는 찰흙, 단층파쇄대각력암, 단층파쇄대점토, 작은 암석틈충진물 등과 같은 충전물을 구체적으로 조사한 후 건조 또는 포수 등으로 평가함.

갱안에서 암체세기를 다음의 식으로 계산하였다.[2]

$$f_{k\alpha} = \frac{\alpha \cdot \beta \cdot R_{cw}}{100}$$

여기서 $f_{k\alpha}$ 는 암체세기, α 는 균렬결수, β 는 균렬결수에 의하여 결정되는 상수, R_{cw} 는 암석의 누름세기이다.

계산결과 물길굴의 암체세기는 3~7인데 파쇄대구간에서는 신선한 암석구간에 비하여 암체세기가 50%정도 감소된다는것을 알수 있다.

론문에서는 천반붕락위험지수(RFRI : Roof Fall Risk Index)법[3]에 의하여 갱도천반의 안정성을 평가하였다.

천반붕락위험지수법에서는 지질학적인자, 채굴관련인자, 지하수상태인자, 천반상태인자, 기타인자 등 5개 인자(표 2)들을 리용하여 천반의 안정성을 평가하는데 갱도조사를 통하여 얻은 세부특성지표값에 기초하여 천반붕락위험지수값을 계산한다. 계산된 붕락위험지수값이 50이하일 때 천반은 안전성기준에 도달한다고 본다.

표 2. 천반안전성평가를 위한 인자들

| No. | 인자 | 세부특성지표 | |
|-----|--------|---------------|---------------------|
| 1 | 지질학적인자 | 큰 경사를 가진 불면속면 | 균렬빈도 천반층의 두께와 접촉세기 |
| 2 | 채굴관련인자 | 자름파괴면 | 균렬분리 가로방향의 층이동, 층분리 |
| 3 | 천반상태인자 | 바닥에 떨어진 천반암석의 | 조각상태 천반의 모양 |
| 4 | 지하수인자 | 습기상태 | |
| 5 | 기타인자 | 미소지진활동상태 | 천반처짐정도 |

천반안전성평가를 위한 매 인자들에 따르는 세부특성지표들을 현장조사를 통하여 구체적으로 확정하고 천반붕락위험지수값을 결정한 결과 ㄱ지구 물길굴구간의 5개갱에서 천반붕락위험지수가 50이상인 붕락위험구간을 9개 확정하였다.

맺 는 말

단천발전소 ㄱ지구 물길굴구간에 대한 지표조사, 갱조사, 지표비저항CT탐사를 진행하고 암체의 세기와 천반안전성을 평가하고 붕락위험성이 높은 구간들을 확정하였다.

참 고 문 헌

- [1] 권정림 등; 조선의 지층 3, 김일성종합대학출판사, 5~53, 주체99(2010).
- [2] B. B. S. Singhal; Applied Hydrogeology of Fractured Rocks, Springer, 34~56, 2010.
- [3] Broder J. Merkel; Mining Engineering, Springer, 97~106, 2007.

주체108(2019)년 1월 5일 원고접수

An Evaluation of the Strength of Rock Mass and Roof Safety in Waterway Tunnel of “ㄱ” area of the Tanchon Power Station

Kim Yon Ho, Kim Jong Chol

We evaluated the strength of rock mass and roof safety and identified the sites with a high fall risk in crushed zone of “ㄱ” area by the evaluating method of the strength of rock mass and the roof fall risk index method.

Key words: rock mass strength, roof safety, waterway tunnel