

## 시험탐사 결과에 따른 전기비저항 탐사 분석 Resistivity Protecting analysis due to test survey result

김재홍<sup>1)</sup>, Jae-hong Kim, 홍원표<sup>2)</sup>, Won-Pho Hong, 박철숙<sup>1)</sup>, Chul-Sook Park, 임은상<sup>1)</sup>, En-Sang Im,

<sup>1)</sup> 한국수자원공사 수자원연구원 연구원, Researcher, Kwater Dam Safety research center

<sup>2)</sup> 중앙대학교 건설환경공학과 교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, Chung-Ang University

**SYNOPSIS** : Increasing the flood control capacity's link that is enforcing to existing dam by unusual change of weather, While build planing construction by exiting spillway of tunnel type to dam, could know that part bed rock is formed as is different with design.

Grasped topography of research area and geology state to definite distribution aspect of different bed rock, Place that achieved Surface geological Survey and correct Survey is difficult in some section enforced Electrical resistivity dipole-dipole investigation.

Grasped stratigraphy distribution confirmation and fracture or weathering zone making out siding 2D-Resistivity Electrical resistivity diagram and Reverse analysis diagram, examining closely soil · weathered rock · rock's distribution state, established stability countermeasure plan

**Key words** : Surface geological Survey, Electrical resistivity Protecting, Reverse analysis diagram

### 1. 서론

최근 기상이변으로 인한 이상홍수로 국내 대부분의 댐 저수지 수위가 계획홍수위에 접근하고, 집중강우시 댐 붕괴가 예상되는 가운데 가능최대홍수량(PMF)이 댐 건설시에 비해 두 배 가까이 증가하여 기존 여수로의 방류능력으로는 증가된 홍수량에 대한 배제능력이 부족한 것으로 나타난 기존댐에 실시하는 치수능력 증대사업의 일환으로 터널형식의 비상여수로 공사를 시행도중 터널 유입부 지반이 당초 설계와 달리 기반암선이 낮게 형성됨을 알 수 있었다.

이에 대해 유입부 지반의 분포양상을 파악하고자 지형 및 지질상태 확인하고자 전기비저항 쌍극자탐사를 시행하였다.

먼저 시험탐사를 시행하여 전기비저항 측정치와 토사 및 풍화암, 발파암의 실제 분포양상을 비교하여 본 탐사 및 분석시 기초자료를 설정하였다.

측선별 2차원 비저항가단면도 및 역산해석도 작성하여 지층의 분포 확인 및 파쇄대 또는 풍화대 구간 파악하여 3차원 입체도 및 추정 기반암 분포도를 작성하여 연구대상 지역의 지형 및 지질상태를 확인하였다.

### 2. 시험탐사

#### 2.1 물리탐사와 암반 분류에 대한 고찰

전기비저항 탐사자료를 이용한 암반등급 결정 및 지보패턴 결정은 기존의 정성적인 해석에서 정량적인 해석으로 한 단계 발전된 시도이나 RQD, RMR, Q 등과의 상관관계 분석 없이 전기비저항 값으로부터 미 시추구간에 대한 암반 등급을 결정하기에는 다소 무리가 있다.

이러한 단점을 보완하기 위해 기타 지구물리학적 탐사방법과 함께 종합적으로 지층의 분포를 파악하는 것이 가장 이상적이나, 동일 암석이라도 지반조성 환경에 따라 비저항값의 범위가 매우 넓어서 전기비저항값과 암반분류에 있어 정량적이고 절대적인 값의 유추에 한계성이 있을 수 있어, 시험탐사 1개 축선을 실시하여 토사 및 풍화암, 발파암의 실제 분포양상을 비교하였다.

## 2.2 시험탐사 결과

시험탐사 구간은 비상여수로 터널 유입부 상부에 위치하고 지표지질조사 결과 지반은 거정질 화강암이 우세하며, 부분적으로 조립질의 화강암이 분포함을 인지하였다.

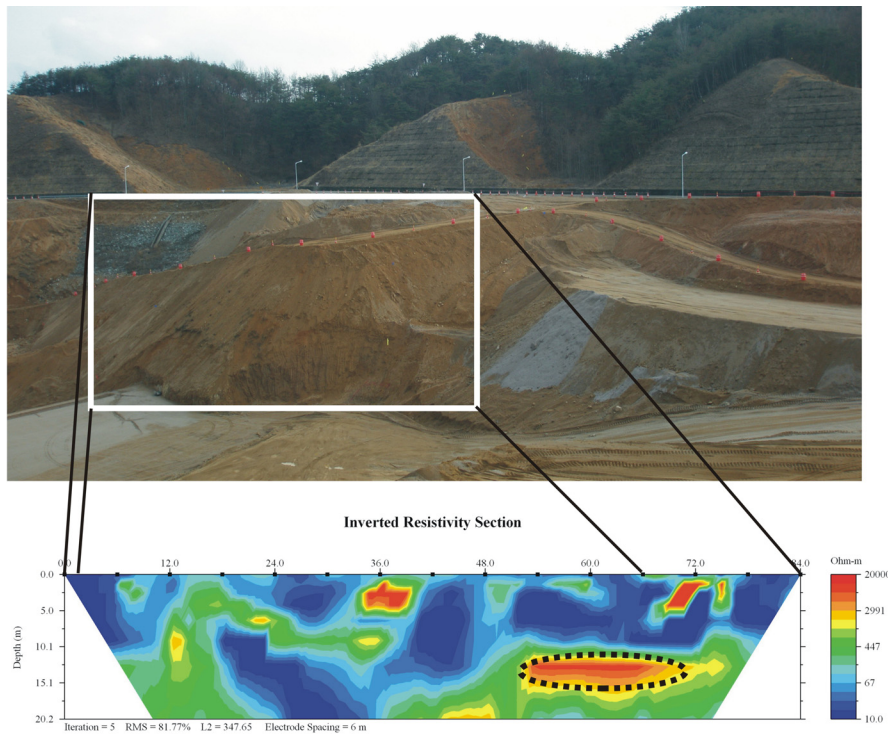


그림 1. Test Line 해석단면 및 현장사진

일반적으로 화강암류는 차별풍화 작용으로 인해 풍화대의 범위가 넓고 심한 측방변화를 보이는 것이 특징이다.

시험탐사 결과, 조사지역내 발파암 이상 강도의 기반암에 해당하는 전기비저항값은 현장 암분포상태와 단면도를 비교 분석하여 2,000 Ωm로 적용하였다.

## 3. 탐사축선 설정

비상여수로 터널 유입부 상부 지반에 대한 전반적인 지하구조를 파악하기 위해 터널 유입부 상부 계획사면 좌우측 끝과 터널종단 방향을 기준으로하여 축선을 격자화하여 탐사를 수행하였으며 터널횡단방향으로 4축선(DD-1~4), 터널종단방향(DD-5~10)으로 6축선 총 10축선을 현장 여건을 고려하여 전개

하였다. 전기비저항 쌍극자탐사 측선은 표 1과 같이 총 10측선을 대상으로 총 1,038m에 걸쳐 실시하였다

표 1. 측선별 전극간격(a) 및 전극수

구 분	DD-1	DD-2	DD-3	DD-4	DD-5	DD-6	DD-7	DD-8	DD-9	DD-10
전극간격(a)	6m	6m	6m	6m	6m	6m	6m	6m	6m	6m
전극수	23개	23개	23개	23개	16개	15개	15개	15개	15개	15개
측선길이	132m	132m	132m	132m	90m	83m	83m	83m	83m	83m

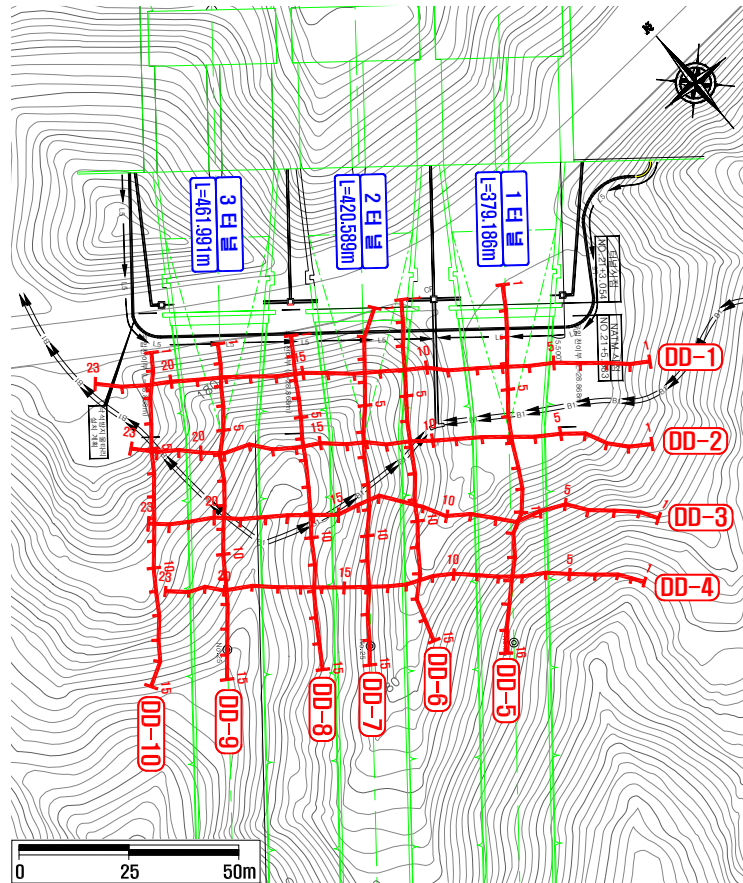


그림 2. 탐사 측선도

### 3.1 결과 및 해석

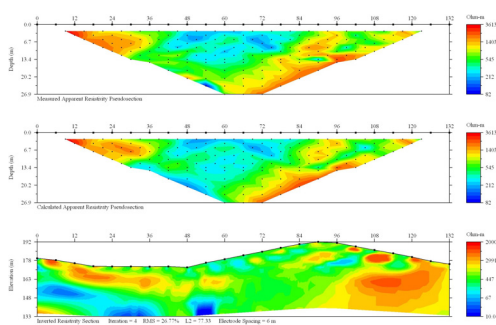
금번 실시한 전기비저항탐사는 토사, 풍화암, 발파암의 분포상태 및 단층 파쇄대 또는 풍화대 등의 이상대를 파악하기 위하여 전기비저항 탐사를 실시하였다.

해석은 현장에서 측정된 외견비저항치(Apparent Resistivity)를 이용하며 야외자료 가단면도(FDP: Field Data Pseudosection), 이론자료 가단면도(TDP: Theoretical Data Pseudosection)의 작성과 더불어 유한차분법을 활용한 2차원 자동역산을 수행하며 2차원 비저항구조도(2DRS: 2-Dimensional Resistivity Structure)를 각 측선별로 칼라 영상화하였다.

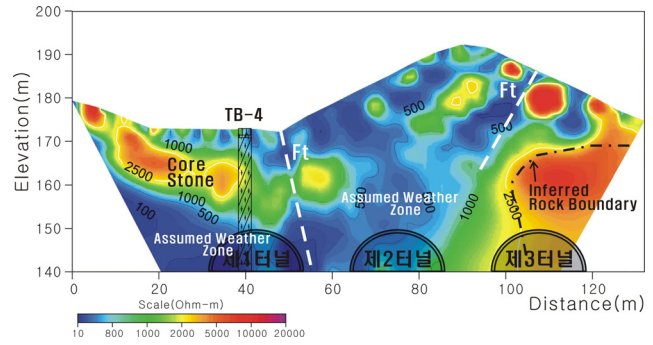
그림 3에 나타난 바와 같이 조사지역에서 각 측선 별 외견비저항 분포는 측방 및 상하로 불균질(Heterogeneous)한 특징을 보여주고 있다. 한편 고비저항대(적.황색부; 2,000 Ωm 이상), 중비저항대(녹

색부; 500~2,000 Ωm), 저비저항대(청색부; 500 Ωm 이하)로 구분되어 나타나며, 이들은 상대적으로 각각 서로 다른 물리적 성격의 매질을 갖는 지반 특성을 의미한다.

일반적으로 고비저항대를 떠는 부분은 신선하고 연암 이상의 암질을 갖는 비교적 양호한 지반에 대비되며, 저비저항 암체는 상대적으로 절리나 단층 등 파쇄대가 발달되어 있는 풍화대를 수반하고 있는 취약한 지반임을 지시한다. 그리고 중간 비저항대를 떠는 부분은 상기 2가지의 중간적인 특성을 보이는 지반이라 할 수 있다. 상기와 같이 구분된 전기비저항대가 각각 상이한 물리적 특성을 갖는 암체라 할 때 상호 접하는 접촉대는 암상의 전이대(Transitional Zone)이며, 비저항치의 차이가 클 부분일수록 암상이 급격히 변화하는 현상을 갖는 지반이라 할 수 있다.



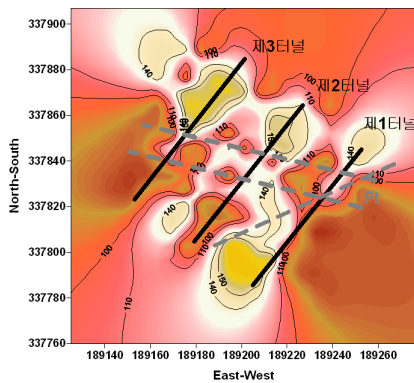
(a) Pseudo and Inverted Resistivity Sections



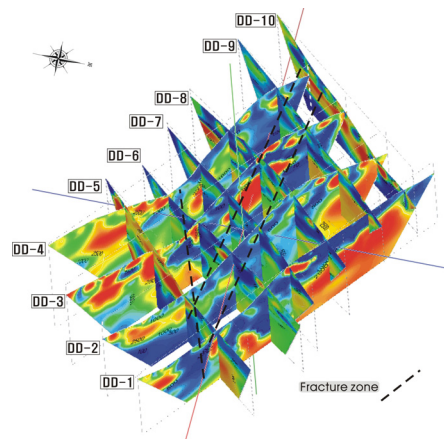
(b) 2D-Resistivity Structure

그림 3. 측선별 전기비저항 쌍극자탐사 결과 및 해석

비상여수로 터널 유입부 상부에서 실시한 전기비저항 탐사 결과 전체적으로 지층이 측방 및 수직적으로 변화가 심한 관계로 복잡한 전기비저항 분포 양상으로 나타난다. 이는 지반의 상태가 차별풍화작용에 의한 핵석이 발달하고 계곡부 방향과 제 1·2·3 터널 방향에 횡단하는 파쇄대 또는 고도 풍화대가 발달할 것으로 예측되었다.



(a) Elevation of Inferred rock boundary



(b) 3-D fence-diagram

그림 4. 전기비저항 쌍극자 탐사 3차원 입체도 및 추정 기반암 분포도

그리고, 제 1·2·3 터널 입구부 및 터널구간에서의 발파암 이상 강도를 갖는 기반암의 발달은 공간적으로 연속성이 결여되어 있고, 부분적으로 핵석을 다수 수반하고 있는 양상일 것으로 판단하였다.

## 4. 결 론

연구대상 지역의 비상여수로 터널 유입부 상부 지반의 상태는 기반암과 핵석이 혼재하고 상부 풍화대 발달로 인해 지층의 수직·측방변화가 심하게 나타나는 것으로 확인되어, 현장작업 및 데이터 획득의 용이성, 지층구조파악, 파쇄대 및 풍화대 구간조사를 위한 조사법으로 전기비저항 탐사 중 쌍극자 배열법을 적용함으로써 효과적으로 조사목적에 부합될 수 있을 것으로 판단되었다.

본 탐사 선행으로 시험탐사 1개 측선을 실시하여 조사지역내 발파암 이상 강도의 기반암에 해당하는 전기비저항값은 현장 암분포상태와 단면도를 비교 분석하여 2,000  $\Omega\text{m}$ 로 적용하였다.

측선의 전개를 상호 교차시킴으로써 전기 비저항 탐사 결과를 상호 비교할 수 있어 지층의 구분 및 분포범위, 핵석의 발달 유·무 그리고 기암반과의 경계면을 확인하는 탐사결과의 신뢰도 향상을 도모하기 위해 터널 횡단방향으로 4측선(DD-1~4), 터널 종단방향(DD-5~10)으로 6측선 총 10측선을 현장 여건을 고려하여 전개하였다.

비상여수로 터널 유입부 상부에서 실시한 전기비저항 탐사 결과, 전체적으로 지층의 측방 및 수직적인 변화가 심한 관계로 복잡한 전기비저항 분포 양상으로 발달하고 이는 계곡부 방향과 제 1·2·3 터널 방향에 횡단하는 파쇄대 또는 고도 풍화대가 발달할 것으로 예측되었다.

## 참고 문헌

1. 이기동(1994), “안동단층의 지구물리학적 연구”, **지질학회지**, 30권, 1호, p. 69-80.
2. 황상구와 정기영(2006), “안동 임하댐 유역의 지질과 임하호 고탁수의 원인”, **자원환경지질**, 36권, 6호 p. 771-786.
3. Mooney, H. M(1958), “A qualitative approach to electrical resistivity interpretation. Pure and Applied” **Geophysics**, v. 40, p. 164-171.
4. Zohdy, A. A. R(1974), “Electrical methods. In: Applications of surface geophysics to groundwater investigations”, B. 2, US Department of the Interior, p. 5-66.