

## 동남아시아(라오스, 미얀마, 파키스탄)의 댐 지질

윤 전 신

윤 Geo-Engineering Co.

해외 투자 전력 사업의 일환으로 라오스 남부에 Houay Ho, Sekong 4 댐, 미얀마의 북부의 Shweli, 중부 Yewha, 남부 Bilin 댐, 파키스탄 북부의 Jhelum River의 Kohala, Mohl, Azad Pattan, Karot 댐, Punch River의 Gulpur, Barali, Kotli 댐, Swat River Hydropower Project 및 Kunhar River Hydropower Project 댐들에 대해 지질조사 되었던 내용을 소개하여 앞으로 이들 지역에 이와 유사한 사업 참여시 참고토록 소개하고자 한다.

### 라오스 Houay Ho 댐

Houay Ho Hydropower dam은 라오스 남부에 위치하며 (주)대우가 국내에서 최초로 수행한 해외 BOT(Build, Operate and Transfer) 토목공사 사업으로 현재 전력 생산하여 태국에 전력 판매중이다.

저수면적은 37.5km<sup>2</sup>, 연평균강우량 2,416mm, 댐 형식은 Concrete-faced Rock-fill Dam (CFRD)이며 높이 88M, Crest 399 m, 도수터널 980m, 하부수압터널 1400m, 지표 Penstock 466m, 수직터널 740m로 동양 최대 수직터널로, 발전량 150MW 수력 발전소 이다 본 지역의 지질은 Jurassic 후기에서 Cretaceous에서 형성된 사암과 부분적으로 실트스톤과 Mudstone이 협재되어 있는 비교적 단순한 암석이 14도 경사의 수평한 층으로 구성되어 있다.

댐부지 양안은 상부는 80%이상이 견고한 사암으로 구성되어 있으며 하부 및 강 바닥은 사암과 실트스톤의 혼합체가 분포하는 균일한 양호한 암석으로 구성되어 있으며 저수지 암석도 이들과 유사한 암석으로 구성되어 있다..

### 라오스 Sekong 4 댐

Sekong 댐 부지는 라오스 남부에 위치하며 댐 형식은 CFRD, 댐의 높이 170m, Crest 923m로 설계된 댐으로, 5,279Km<sup>2</sup> 저수면적을 가지고 470 MW 의 전력 생산 용량이 가능할 것으로 평가되었다. 조사는 3개공의 시추 및 물리탐사가 댐축에 수행되었고 예비타당성 전의 조사가 된 상태이다.

댐 부지의 암석은 Triassic의 사암, 응회암, 역암 및 석회암이 분포하고 있으며 습곡축이 댐의 축과 경사로 지나고 있다. 저수지의 지질은 고생대의 사암, 편암, 세일, 역암 석회암과 중생대의 역암, 사암, 유문암이 분포하며 지하자원의 분포는 석탄이 일부에서 분포하는 것으

로 알려져 있으나 경제성은 없는 것으로 보고되어 있다.

#### 미얀마 Bilin 댐

Bilin 댐 부지는 미얀마의 수도 Yanggon의 동남부 150km 지점에 위치한다. 댐 형식은 CFRD 또는 Earth Core Rockfill Dam, 댐 높이 120m, Crest 1.2km로 설계되어 있으며 발전량은 140MW 가능성 있는 것으로 평가 되어있으며 댐 저수지 내에는 추가 댐 부지 (45MW) 가능성이 있는 지역이다. 댐 부지의 지질은 좌안은 퇴적변성암으로 Phyllite, Schist, Phyllonite, Marble, 우안은 화강암이 분포한다, 이들 암석은 단층접촉으로, Bilin 저수지내에는 7.9의 지진 기록이 있는 활성 단층 가능성 지역이다. 저수지의 지질은 대부분이 석회암이 분포하여 누수 가능성에 대한 추가 조사가 요구되는 지역이다.

#### 미얀마 Yewha 댐

Yewha 댐은 미얀마의 중부 Mandalay의 남동 50km에 위치하며 600MW의 전력 생산 가능성이 있는 댐 부지로 저수지면적 28,206Km<sup>2</sup>, 연평균강우량은 1400mm, 댐 형식은 Roller Compacted Concrete Dam, 댐의 높이는 120m 으로, 댐부지의 지질은 Metagraywacke 및 Phyllite가 분포하며 저수지 지역의 지질은 Precambrian, 고생대의 퇴적암이 분포한다. 고생대의 퇴적암중에 석회암층내 동공이 분포하는 것이 보고되어 누수 가능성에 대하여 추가조사가 요구된다.

#### 미얀마 Shweli 댐

Shweli 댐부지는 미얀마 북부 중국과 국경부근에 위치하여 저수지 면적의 0%가 중국에 속하는 지역으로, 100MW까지 발전 가능성 있는 지역으로 지형적으로 짧은 거리에서 높은 낙차를 이용하여 발전할 수 있는 지형조건을 가진 지점이다. 9.6 Km의 거리에서 낙차가 260m인 지형조건인 지점이다.저수면적은 12,150 km<sup>2</sup> 이며 댐 형식은 Weir type이며 수로터널은 4.8 km이며 부지의 지질은 Precambrian의 괴상의 Lecocratic banded Gneiss와 Honblende-feldspar Gneiss가 분포하며 강의 방향과 평행한 160Km의 Capable fault가 발달하고 있어 내진설계가 필요한 지역이다.

#### 파키스탄 Jhelum River Hydropower Project

Jhelum River를 따라 Kohala(500MW), Mahl(245MW), Azad Pattan(220MW), Karot (240MW), Kohala(500MW)댐 등 4개 댐 부지가 검토된 지역이다. 지형적으로 협곡을 이루고 있으며 평균 River bed 경사가 6.3m/Km로 급류지역이다. Hymalaya Thrust Belt 지역의 일부로 지진대에 속하며 Richter Scale 5에서 8까지 기록된 곳으로 지진동 설계치 0.6G가 추천된 곳이다. 또한 미고결 빙퇴적물이 많이 분포되어 있어 침전물이 많아 이들 처리문제가 중요한 지역들이다.

Kohala 댐은 Jhelum River 상류에 댐을 건설하여 Diversion 시켜 14Km내지 18Km 터널

을 통과하여 하류에서 발전하는 방법으로 8개의 댐부지가 검토 되었으며 발전량은 200MW에서 860MW까지 검토되었다. 지질은 사암과 세일로 구성되어 있으나 습곡과 단층이 분포한다. 댐은 22m 높이 이나 터널의 길이가 길어 암반의 상태가 공사비를 좌우하는 경우이다.

Mahl Dam 부지는 Kohala 댐 부지에서 22Km 하부에, Azad Pattan은 Mahl 댐에서 1 Km 아래, Karot 댐 부지는 Azad Pattan에서 1 Km 하부에 위치하며 지질은 Kohala 댐 지역과 유사한 사암과 세일 분포 지역에 위치한다.

#### 파키스탄 Punch River Hydropower Project

Punch River Hydropower Project는 Jhelum River하부에 위치하는 지류라 할 수 있는 강으로 Jhelum River Hydropower Project와 유사한 지질, 지진, 수문 조건을 가지고 있으나 지형적으로 낮고 고결도가 낮은 퇴적암이 많이 분포하는 것이 Jhelum River Project와 다른 점이다. Gulpur(116MW), Brali(66MW), Kotli(97MW) 댐 부지가 검토되었다.

#### 파키스탄 Swat River Hydropower Project

Swat River Hydropower Project는 파키스탄 북부에 위치하는 Swat River를 따라 Gobra-Kalam(수로길이 3.8Km, 발전량 101MW), Kalam-Kedam (수로길이 22.3Km, 발전량 410MW), Kedam-Madyan(수로길이 12.3Km, 발전량 147MW)을 잇는 3단계 수력발전소 건설(총 658MW) Project이다. 지질은 과상 안산암질 유문암 및 섬록암 및 화강암등의 심성암, 변성퇴적암이 분포하는 지역으로 지반조건이 양호한 지역이나 히말라야산맥의 남부지역에 위치 하므로 미고결 된 빙퇴적물의 분포가 많은 지역이다. 본 지역내에는 7-8MM의 강 지진이 기록된 지진지역이다

#### 파키스탄 Kunhar River Hydropower Project

Kunhar River Hydropower Project는 파키스탄 북부에 위치하는 Kunhar River를 따라 Naran(210MW)과 Sukki Kinari(520MW) 댐 부지가 검토된 Project로 SWAT River Project의 동쪽 Catchment area이다. Swat 지역과 달리 지질은 퇴적암, 변성퇴적암이 분포하며 파키스탄의 대표적인 활성 지질구조대가 분포하는 지역이다. Naran 댐 부지는 변성퇴적암이 분포하고 Sukki Kanari댐 부지는 slate로 구성되어 있으며 저수지역도 이들 지역과 불투수층이 예상되는 지역이다.