베트남 남동부 지역의 신기지구조 운동 예비연구

최성자[1] · 최위찬[1] · Tran Than Hai[2] · Bui Hoc[2]

1. 연구배경과 목적

최근 베트남정부는 빠른 경제 성장속도로 야기되는 전력부족을 원자력에너지로 대체하려는 계획을 세우고 1996년부터 원전도입에 대한 가능성 연구를 해왔다. 부지선정 및 타당성 조사를 1997, 2000, 2002년 등 수 차례에 걸쳐 실시한 결과, 부지 후보지로서 Ninh Thuan의 Phuoc Dinh과 Vinh Hai 지역을 선택하였다. 조사방법으로는 물리탐사, 지형, 암석 및 지질구조 조사를 하였고, 그 결과 이들 지역에는 활성단층은 발달하지 않으며 융기작용도 거의 없는 것으로 해석하였다. 그러나 원자력발전소는 부지선정에서부터 안전성을 입증하여야 하므로 국제원자력위원회로부터 부지안전에 관한 사전승인을 얻어야 한다. 한편, 국내의 원전 기술은 한국형 경수로를 개발하는 자립단계로 접어든지 이미 오래 전이며, 최근 원자력산업계의 시각은 해외원전 시장으로 향한지도 이미 수년이 되었다. 이 연구는 국내 원전사업의 베트남 진출을 도모하기위하여, 베트남의 원전 후보지에 대한 지질자료를 생산하고 베트남에 인프라를 구축하여 내진설계에 필요한 정량적 입력 자료를 제공함이 목적이다.

2. 조사지역의 위치

연구조사지역은 Ho Chi Minh시로부터 북동쪽으로 약 300km 떨어져 있는 해안지역에 위치한다. Vinh Hai 지역은 행정적으로 Thai An - Vinh Hai - Ninh Hai - Ninh Thuan시의 일부분을 모두 포함하고 Vinh Hai에서 남서쪽으로 20km 정도 거리에 Phan Rang시가 위치하고 있다. Ho Chi Minh에서 북동쪽으로 약 340km 거리의 해안지역으로 이해하는 것이 쉽다. 경위도상으로는 북위 11°18′15″-11°39′47″, 동경109°10′00″-109°11′15″이다. Phuoc Dinh은 Ninh Thuan지방의 Ninh Phuoc - Phuoc Dinh - Vinh Truong에 속한다. 북위 11°25′54″- 11° 27′17″, 동경 108°159′43″ - 109°01′00″ Phan Rang으로부터 남쪽으로 20km 떨어져 있으며 Ho Chi Minh 로부터 북동쪽으로 약 300km 떨어져 있다.

Phouc Dinh과 Vinh Hai 두 곳은 모두 Phan Rang을 중심으로 남쪽과 북쪽에 위치하고 있으며, Phuoc Dinh은 사구로 형성된 넓은 구릉지 지형이다. 이 지역의 최고봉은 481m이다. Vinh Hai 주변에는 500m 이하의 낮은 독립 봉우리들을 갖고 있는 해안지역이며 산호 해변이 잘 발달하고 있다.

3. 조사지역의 지질

Phuoc Dinh과 Vinh Hai 지역의 산악지역은 Deo Ca 화강암 복합체가 기반암을 이루고 있으며, Phan Rang과 Cu Mong 복합체가 맥암 상으로 관입하고 있다. Deo Ca 복합체의 대

주요어 : 베트남, 원자력후보지, Phuoc Dinh, Vinh Hai, 해안단구, 제4기지구조운동

1) 한국지질자원연구원 지질기반정보연구부 지질도지구조실
2) 베트남 하노이지질광산대학교

부분은 화강섬록암이며 맥암은 석영반암, 유문암들로 북동의 관입방향을 보이고 있다. 화강암류의 관입 시기는 대체로 백악기-고제3기로 추정하고 있다. 이들 지역에는 대부분 평평한 지형을 이루고 있으며, 후제3기-제4기 퇴적층으로 구성되어있다. 이 퇴적층들은 대부분 현생 사구로 덮여 있다. 그러나 Phan Rang에서 Vinh Hai까지 이어지는 해안지형은 산호사암으로 구성되며 일부지역은 세계문화 유적지로 지정되어 있다. 이 지역은 하부로부터 석회질 퇴적암 (calcareous gravelstone)인 Mavieck층 (후제3기?), 적색 사질층인 Phan Thiet층, 산호석회암 및 홀로세 사질층이 넓게 분포하고 있다.

Vinh Hai 지역(후보부지 주변)은 낮은 구릉지의 기반암과 좁은 해안으로 구성되어 있다. 최고봉은 116m이며 북동방향이 발달되어 있으며 북쪽으로 갈수록 고도는 낮아진다. 구릉지는 침식 삭박작용에 의하여 당초보다 낮아진 것으로 해석된다. 이곳의 지형은 하성-proluvial, 하성-해성, 홍적층, 해성, 해성-풍성 퇴적지로 구분되며 대체로 서쪽으로 경사져 있다. 이 지역은 대체로 8개의 지형으로 다음과 같이 분류된다: ① 신제3기-제4기 동안의 침식 삭박된 지형, ②후기 홀로세의 하성-proluvial 퇴적지, ③ 미 분류된 제4기 홍적 퇴적지 ④ 초-중기 홀로세동안 형성된 하성-하성 퇴적지 (I-step), ⑤ 후기 플라이스토세의 Maviek 단구, ⑥ 후기 홀로세 현생 해변, ⑦ 후기 플라이스토세의 해안단구 (II-step) ⑧ 후기 홀로세의 해성-풍성 퇴적지.

Phuoc Dinh 지역(후보부지 주변)도 구릉지와 해안평지로 구성되어 있다. 최고봉은 76.3m이며 북동방향과 동쪽, 남동 방향으로 가면서 고도는 낮아진다. 구릉지 지형은 침식삭박에 의하여 형성된 것으로 해석된다. 이곳의 지형은 하성-proluvial, 해성, 해성-풍성 퇴적지로 구분되며 대체로 바다 쪽으로 경사져 있다. 다음과 같이 7개의 삭박·퇴적 지형으로 분류된다: ① 신제3기-제4기 동안의 침식·삭박된 지형(산과 산사면), ② 후기 홀로세의 하성-proluvial 퇴적지, ③ 후기 플라이세의 Maviek 단구, ④ 후기 홀로세 현생 해변, ⑤ 초-중기 홀로세의 해안단구 1-단구, ⑥ 후기 플라이스토세의 해안단구 (II-2단구) ⑦ 후기 홀로세의 해성-풍성 기원의 퇴적지(Director of Institute of Energy, 2003).

4. 해안단구 조사결과 및 결론

해안단구

Phuoc Dinh : 해안단구지형 발달을 기준으로 하여 크게 4개 지괴로 구분된다. 지괴-1은 현생단구보다 오래된 단구지형은 없으며, 사구 층으로 이루어진 구릉지 지형이 발달하고 있다. 지괴-2에는 3개의 단구가 발달하고 있다. 최상위 단구를 구성하고 있는 기반암은 Phan Thiet층이며 이석회질퇴적암을 Mavieck층이 덮고 있다. Mavieck층의 층 후는 4-20m 이상이다. 이 지괴의 단구 높이는 각 각 50-40m, 20m 내외, 10m 내외이며, 해수면 아래에 위치한 현생 단구은 넓은 면적에 걸쳐서 형성되고 있다. 현생단구의 단구애에는 산호초로 구성되어 있다. 지괴-3은 지괴-1과 동일한 지형을 형성하고 있으며, 이곳에는 많은 새우농장의 건설공사로 인해 40m 심도까지 적색 사질층이 확인된다. 지괴-4에는 1조의 해안단구지형이 발달하고 있으며, 이 단구의 고도는 40-50m이다. 단구 면은 넓은 면적에 걸쳐서 발달하고 있어 산업시설물이 들어서기에는 외견상 적합지인 것처럼 보인다. 이단구면의 기반암은 화강섬록암이고 이를 적색 사질층이 덮고 있다. 지표면에는 현생 사구층이 폭넓게 분포하고 있다. 구정선에 가까운 곳에는 현생사구에 의하여 형성된 사질 berm이 발달하고 있어 또 다른 단구면처럼 오인되기도 한다.

Vinh Hai : 산호사구가 잘 발달하고 있는 곳으로 인상적인 지형을 갖고 있다. 산호단구는 지역에 따라서 단구면의 높이가 약간씩 다르다. 현생 단구면 직상 위부터 1.5m, 8m, 15m의 단구면이 발달하고 있다. 최상위 15m 단구면을 구성하고 있는 산호석회암층의 주향은 대부분 남북이고 15° 서쪽 경사를 하고 있으며 1.5m 단구면은 육지 쪽(서쪽)으로 경사져 있다.

5. 결 론

1. Phuoc Dinh 지역은 4개의 구역으로 구분되며, 이 구역들 사이에는 활동성단층(capable fault)이 존재할 가능성을 다분히 내포하고 있으므로 이에 대한 구체적인 다중접근식 연구가 요구된다.
2. Vinh Hai 지역은 해안단구지형이 동쪽인 바다 쪽으로 경사져 있어야 하나, 현재 육지 쪽으로 기울어져 있고 제4기층도 육지 쪽으로 15° 경사져 있으므로, 이 지역은 제4기 동안 서쪽을 향한 지구조적 횡압력이 작용한 것으로 파악되며, 이 지역의 제4기 지구조 운동규명이 필요하다.

6. 참고문헌

Director of Institute of Energy, 2003, Pre-Feasibility study report. Nuclear power Plant Project in Vietnam. Ministry of Industry, Electricity of Vietnam and Institute of Energy. 21p.