

불국사 다보탑, 석가탑의 구조안전진단을 위한 지구물리학적 방법의 적용 연구

서만철

공주대학교 문화재 비파괴 진단 연구실

A Study on Application of Geophysical Method for Structural Safety Diagnosis of Dabo Pagoda, Seogga Pagoda at Bulguksa Temple

Man-Cheol Suh

Nondestructive Research Lab. Cultural Property, Kongju National University

불국사 다보탑과 석가탑에서 탑신부의 석재환경과 지대석을 중심으로 주변지역의 지반환경으로 분류하였다. 부재환경에서는 물성을 파악하기 위한 초음파탐사를 실시하였으며, 부재간 접촉부상상태, 거동관찰과 변위조사 등 육안조사를 실시하여 부재의 구조적인 문제를 조사하였다. 지반환경에서는 석탑 지반의 구조를 파악하기 위하여 탄성파탐사와 전기비저항탐사, 지하레이다탐사를 실시하였다.

석탑 부재에 대하여 각각 고유번호를 부여하였는데, 다보탑의 262개, 석가탑의 48개 부재로 구성되었다. 초음파탐사는 두 개의 압전결정을 현장에서 석조면에 직접 설치하는 방법을 이용하여 Direct transmission 방법과 두 압전결정사이의 거리가 10cm, 16cm, 22cm인 Indirect transmission 방법을 사용하였다. 이렇게 측정된 초음파속도로 일축압축강도와 풍화도지수를 산출하였다. 대웅전 앞마당에 위치한 다보탑과 석가탑의 지반환경물리탐사의 축선은 남북방향을 기준으로 탄성파탐사 13개, 전기비저항탐사 40개, 지하레이다탐사 8개를 설치하였다.

탑의 하부에서 상부로 올라갈수록, 옥개석 받침부보다 옥개석의 상부인 낙수면, 풍화의 깊이가 상대적으로 깊은 작은 부재에서 초음파 속도가 저속도의 경향을 보였다. 구조변위는 북북서 방향으로 탑이 약간씩 기울어진 것으로 조사되었다.

굴절법 탄성파탐사 결과 P파 속도는 다보탑 지반의 500~600m/s, 석가탑의 300~500m/s의 범위로 다보탑 지반이 석가탑 지반보다 약 244m/s 정도 높은 탄성파 속도를 보여 지반이 상대적으로 견고한 것으로 나타나고 있다. 특히 다보탑과 석가탑의 북쪽 지반이 주변지역보다 저비저항을 보여 지반이 상대적으로 연약함을 보이고 있다. 이는 다보탑과 석가탑이 북북서쪽으로 기울는 현상의 원인인 될 것으로 생각된다.