

## 처분장 구조안정성 분석을 위한 모듈식 해석모델 개발

이 양\*, 이종열, 최희주, 최종원

\*한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

[yalee@kaeri.re.kr](mailto:yalee@kaeri.re.kr)

심지층 고준위방사성폐기물 처분장 설계시 많은 설계인자들이 고려되어진다. 특히, 처분장의 성능과 안정성은 처분장 주변의 열, 수리, 역학적 거동과 밀접한 관계가 있다. 이 외에도 지각이동, 지하수압의 작용, 벤토나이트 버퍼의 포화에 의한 팽창압의 작용 등도 처분장의 안정성에 영향을 준다. 이 현상들은 개별적으로 작용하기도 하지만, 대부분 서로 연관성을 가지고 복합적으로 작용하게 된다. 이러한 복잡한 거동과 유사한 시간적, 공간적 현상은 자연현상에서 그 예를 찾기가 거의 불가능하기 때문에, 처분장 설계시에는 부분적인 실증시험과 수치해석적 방법이 유용하게 사용된다.

처분장의 거동과 관련한 분석에서는 해석의 효율성을 위하여 해석내용에 따라서 모델의 시간적, 공간적 규모에 대한 조정이 필요하다. 일반적으로 역학적인 모델보다 열, 수리적 모델에서 훨씬 더 큰 시·공간적 모델이 사용된다. 따라서 열-수리-역학적 연계 거동해석을 위해서는 시·공간적으로 가장 큰 모델이 사용되어야 한다. 이는 해석모델의 복잡성과 관련하여 제한적으로 사용될 수밖에 없으며, 매우 긴 계산시간이 요구된다. 본 연구에서는 각각의 현상을 독립적으로 분석하고 이를 통합할 수 있도록 하는 모듈식 해석모델을 제안하고자 한다. 모듈식 해석모델은 각 모듈마다 대상 모델의 규모와 해석 시간을 서로 다르게 지정할 수 있으므로 계산시간을 단축할 수 있는 것으로 확인되었다. 또한, 임의의 시간단계에서 응력성분을 자유롭게 추출하거나 추가할 수 있으므로 다양한 거동 분석에 대해 적용성이 뛰어난 것으로 판단된다.

FLAC3D는 지반공학적 문제 설계를 위해 개발된 유한차분 해석 프로그램으로서 터널, 사면, 댐 등의 설계에 널리 이용되고 있다. FLAC3D는 역학적 문제뿐만 아니라, 열전달 및 유체유동 해석이 가능하며, 부분적으로 이들의 연계해석도 가능하다. 특히, FLAC3D에는 FISH라는 내장함수를 제공하며, FISH를 통해 사용자 정의의 구성모델을 작성할 수 있다. 일반화된 Hooke의 법칙 (Generalized Hooke's Law)에 의하면 수직변형률은 역학적 변형률 성분과 열응력에 의한 변형률 성분으로 분리될 수 있다. 이 사실을 토대로 FLAC의 FISH함수를 사용하여 주어진 역학적 초기 조건과 열하중에 의한 각각의 응력분포를 계산하고 이를 통합할 수 있는 모델을 작성하였다. 이 모델의 내부적인 계산절차는 Fig. 1과 같으며, 최종적으로 임의의 시간단계에서 처분장의 초기응력 및 열하중에 의한 구조적 거동을 분석할 수 있다. 그리고 지하수압의 작용 및 버퍼의 팽창압의 적용을 위한 추가작업과 검증과정이 수행중이다.

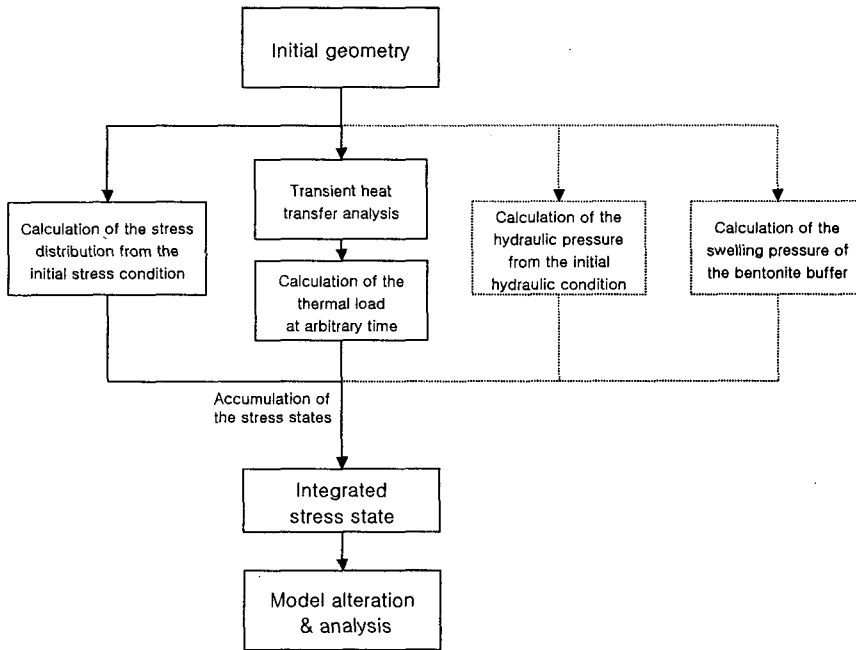


Fig.1 모듈식 해석모델의 계산 절차