

## 구조물의 재설계 기법에 대하여

(사)한국선급 이 세 창\* 김 중 현\*\*

구조설계시에는 주어진 환경조건에서 그 구조물에 요구되는 모든 기능을 충분히 수행할 수 있도록 구조물을 설계하여야 한다. 이를 위하여 구조설계자는 구조설계 후 수치적 또는 실험적으로 구조해석을 행하여 그 구조물의 설계가 만족할 만한 것인가를 검토하게 된다. 실험에 의한 방법은 시간과 비용면에서 어려운 점이 많으므로 주로 수치적 방법으로 설계에 대한 검증을 행하게 된다. 전산기의 발달에 따라 요즘은 유한요소법으로 구조해석을 행하는 경우가 많다. 유한요소법에 의하여 구조해석을 행하는 경우 실제의 구조물은 수치모델로 이상화되고 이 이상화된 모델에 대하여 전산프로그램으로 정적 또는 동적응답을 구하게 된다. 구조해석 결과가 설계자의 설계 요구조건에 만족되는 경우에는 설계가 완료된 것이지만 그 결과가 설계자의 요구조건에 만족되지 않는 경우에는 재설계를 행하여야 한다. 이러한 재설계를 효율적으로 수행하는 방법을 재설계 기법이라고 부르고 있다.

종래의 시행착오에 의한 방법으로 재설계를 행하는 경우에는 많은 시간과 비용이 들 뿐만 아니라 대형구조물에 대하여는 해를 구하는 것이 쉽지 않으므로 재설계를 효율적으로 행할 수 있는 기법이 여러 사람에게 의해 개발되어 왔다.

재설계 기법은 재설계의 제한조건이 되는 응답의 성질에 따라 정적재설계, 동적재설계, 정적 및 동적재설계의 세가지의 형태로 구분될 수 있다. 즉 제한 조건이 변위 또는 응력인 경우 이를

정적재설계, 제한조건이 고유진동수 또는 고유모우드인 경우 이를 동적재설계라 하고 정적 및 동적응답이 동시에 제한조건이 되는 경우를 정적 및 동적재설계라 한다.

정적재설계 기법은 Hoff와 Bernitsas<sup>1)</sup>에 의하여 개발되었고 동적재설계 기법은 Stetson, Palma와 Harrison<sup>2),3)</sup>, Sandstrom<sup>4)</sup>, Kim<sup>5)</sup>, Hoff와 Bernitsas<sup>6)</sup>에 의하여 개발되었으며 정적 및 동적 재설계 기법은 Kim과 Bernitsas<sup>9)</sup>에 의하여 개발되었다.

재설계 기법은 재설계 그 목적 이외에도 실제의 구조물과 모델의 상호관계를 밝히는 structure-model correlation과 구조물의 손상부위 추정에도 이용될 수 있음이 알려져 있다.

선박과 같은 대형구조물의 구조해석 및 설계에는 일반 구조해석 또는 전용 구조해석용 유한요소 프로그램이 이용되고 있으며 구조해석시에 생성된 많은 데이터들이 재설계 단계에서 필요하게 된다. 따라서 재설계를 실용적으로 행하기 위하여는 재설계에 대한 전산프로그램이 이러한 유한요소 구조해석 프로그램의 후처리 프로그램으로 개발되어야만 한다. 재설계용 전산프로그램이 구조해석 프로그램의 후처리 프로그램으로 효율적으로 작성되기 위하여는 구조해석시에 생성되는 많은 데이터를 재설계 프로그램에서 이용할 수 있도록 Database를 효율적으로 구성하여야 한다.

구조해석 프로그램이 그 자신의 Database를 생성해 내는 경우에는 interface program을 통하여 재해석 프로그램용 표준 Database로 변환되고 구조해석 프로그램이 그 자신의 Database를

\* (사)한국선급 기술연구소 부소장, 공학박사

\*\* (사)한국선급 기술연구소 기술개발실장, 공학박사

만들지는 않지만 원시 프로그램(Source Code)이 있는 경우에는 프로그램 Interface routine을 첨가하고 프로그램을 수정하여 재해석 프로그램용 Database를 직접 만들도록 한다. Database에는 다음의 사항이 필요하게 된다.

- (1) 절점의 수, 각 절점에서의 자유도, 요소를 나타내는 절점번호
- (2) 전체 좌표와 요소 좌표계와의 관계를 나타내는 각 요소에 대한 변환 매트릭스
- (3) 각 요소의 강성 매트릭스

- (4) 각 요소의 질량 매트릭스(동적재설계, 정적 및 동적재설계)
  - (5) 고유치, 일반화된 강성 매트릭스 및 질량 매트릭스(동적재설계, 정적 및 동적재설계)
  - (6) 고유모우드(동적재설계, 정적 및 동적재설계)
  - (7) 절점변위(정적 및 동적재설계)
  - (8) 절점하중(정적 및 동적재설계)
- 그림1에 재설계에 관한 기본 개념도를 나타내었다.

### 참 고 문 헌

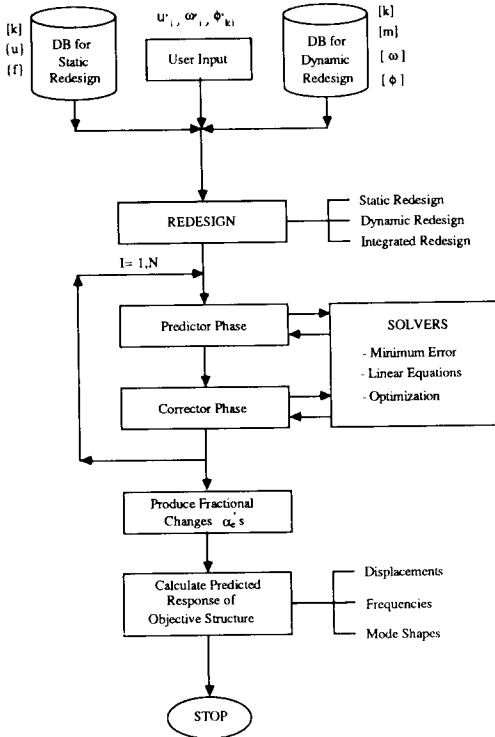


그림 1 Block Diagram for Redesign

1. Hoff, C. J. and Bernitesas, M. M., "Static Redesign of Offshore Structures", Proceedings of the 5th Int. OMAE Symposium, Vol. III, Tokyo, Japan, 1986, pp.78-85.
2. Stetson, K. A. and Palma, G. E., "Inversion of First-Order Perturbation Theory and Its Application to Structural Design", AIAA Journal, Vol. 14(4), April 1976, pp.454-460.
3. Stetson, K. A., Harrison, I. R., and Palma, G. E., "Redesigning Structural Vibration Modes by Inverse Perturbation Subject to Minimal Change Theory", Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Vol. 16(2), Nov. 1987, pp. 151-175.
4. Sandstrom, R. E. and Anderson, W. J. "Modal Perturbation Methods for Marine Structures", Transactions, SNAME, Vol. 90, 1982, pp. 41-54.
5. Kim, K. O., Anderson, W. J. and Sandstrom, R. E., "Nonlinear Inverse Perturbation Method in Dynamic Analysis", AIAA Journal, Vol. 21, No. 9, September 1983, pp. 1310-1316.
6. Hoff, C. J. and Bernitsas, M. M., "Dynamic Redesign of Marine Structures", Journal of Ship Research, Vol. 29(4), Dec. 1986, pp. 285-295.
7. Kim, J. and Bernitsas, M. M., "Redesign of Marine Structures by Perturbation", Marine Structures, Vol. 1, No. 2, 1988, pp. 139-183.