

〈論 文〉

발전설비의 터빈 축정렬(Ⅱ) : 자동화를 위한 전산 프로그램 개발

Turbine Alignment (II) : Computer Program Development

황철호* · 김정태** · 전오성* · 이 현*** · 이병준***

Hwang Cheol-Ho, Kim Jeung-Tae, Jun Oh Sung, Lee Hyun and Lee Byung-Jun

(1993년 8월 31일 접수 ; 1994년 2월 14일 심사완료)

ABSTRACT

When a vibration is generated due to the misalignment, the reduction of the vibration level is not attainable unless a correct shaft alignment is conducted. In a turbine system, an alignment procedure requires quite a lot amount of expense and time. To reduce this effort, an algorithm of the turbine alignment is developed to be used in the computer program. The program consists of five parts : input, calculation, display of the results, file management, and printer output. In the input part, users must provide the data on the turbine number, the reference value of the alignment, and the number of the feet of the generator. In calculation, the moving distance of the bearing and the necessary amount of the shims are calculated. In the display and the output parts, the calculated results are displayed and calculated. In the display and the output parts, the calculated results are displayed and printed. Then, by using the file management, results and procedures conducted are saved in the floppy diskette or in the hard disk. The developed program can be run in IBM PC compatible with more than 640 KB of main memory with the operating system of MS-DOS v 3.3 or higher. It is developed for novice users with no experience or specialty in this field. The program is not only useful in the power plant application, but also helpful for recording of the alignment procedures.

1. 서 론

터빈이 두 개로 구성되어 있는 경우, 축 정렬은 간단한 비례식을 이용하여 손 작업으로 쉽게 수행할 수 있다. 그러나 발전소 현장의 시스템은 여러 개의 터빈으로 구성되어 있는 관계로 이웃하고 있는 터빈의 영향을 동시에 고려해야 한다⁽¹⁾. 따라서 현장에서 축정렬은 계산 과정이 복잡할 뿐만 아니라 시간

이 많이 소모되는 실정이다. 또한 각각의 터빈 축에 대한 최적 이동량을 결정하기도 쉽지 않다. 이와 함께 각 터빈의 이동량이 결정되면 양쪽 베어링을 지지하고 있는 쉘 플레이트의 가감량 계산과 함께, 발전기의 각 받침대(foot)들의 이동량을 비례식을 이용하여 계산해야 하는 등 최종 축 정렬작업을 하기 까지에는 많은 양의 계산이 필요하다⁽²⁾.

한편, 실제 현장에서 축 정렬 작업을 수행하는 경우, 터빈 축의 이동거리에 제약을 받거나 작업상의 문제등으로 인해 터빈 제조업체가 권장하는 기준 정렬상태를 적용하기 어려운 경우가 많다. 따라서 많은 경우 이론적인 수치의 적용과 함께 시행착오법의 병행 작업이 필요한데 이를 손 작업으로 수행하기에

*정회원, 한국표준과학연구원 음향진동연구실

**정회원, 한국표준과학연구원 음향진동연구실(현 홍익대학교 기계공학과)

***정회원, 한국전력공사

는 많은 노력과 시간이 소요되어 이에 대한 효과적인 대책이 요구되어 왔다.

본 연구에서는 사람의 판단력과 손 작업으로 하는 축 정렬 계산 작업을 컴퓨터(PC)를 이용하여 계산할 수 있도록 축 정렬 알고리즘을 개발하고 Borland C++를 이용하여 축정렬 프로그램을 개발하였다.

2. 축 정렬 프로그램의 특성 및 운영 환경

프로그램은 사용상의 편의성을 극대화하기 위해 모든 과정을 풀다운 메뉴와 팝업 메뉴를 이용하여 처리하였으며, 발전소 터빈의 구성 상황과 정렬 작업 과정 및 결과를 알기 쉽도록 최대한 그래픽을 이용하였다. 입력 수단으로서는 키보드와 마우스를 동시에 지원함으로써 신속한 입력처리와 사용의 편의성을 제고하였다.

프로그램 운영 환경으로는 현재 가장 널리 보급되어 있는 IBM PC 호환기종으로서 MS-DOS v. 3.x 이상을 운영 시스템으로 하고 주 메모리가 640 KB 이상이면 그래픽 보드에 상관없이 운영이 가능하다. 프로그램 기동시 자동으로 그래픽 보드를 검사하여 해당 보드에 알맞게 조정이 되므로 별도의 조작이 필요없으며, 마우스는 MS 마우스 호환이면 사용 가능하다.

개발된 프로그램은 현장에서 사용하고 있는 다양한 컴퓨터의 사양과 메모리 크기에 대한 제약을 수용하기 위해 dynamic loading과 overlay 기법을 사용하였다. Dynamic loading 기법⁽³⁾에 따라 프로그램 수행시에 해당 컴퓨터의 그래픽 보드를 감지하여 관련된 그래픽 구동파일만을 디스켓으로부터 읽어들이므로써 확장성을 유지하고 메모리를 절약하였다. 또 개발 프로그램은 많은 서브루틴 파일들로 이루어져 있어서 기본 메모리인 640 KB로는 수행이 불가능하다. 그런데 이들 서브 루틴들이 모두 동시에 수행되거나 계산 및 결과 표시에 필요한 것이 아니므로 수행 당시 필요한 함수들만을 메모리에 읽어들이어서 작업을 수행하고, 지금 수행중에 메모리에 올라와 있지 않은 함수가 필요하게 되면 수행할 작업과 무관한 함수들을 메모리에서 제거하고 남은 메모리 공간에 필요한 함수 파일을 디스켓으로부터 읽어들이면 된다. 이와 같은 개념의 방법이 overlay 기법으로서 프로그램 크기가 메모리보다 클 경우에 유용한 방법으로서 본 프로그램에서는 진보된 overlay 기법인 VROOMM(Virtual Run-time Object-Oriented Memory Manager)을 사용하였다⁽⁴⁾.

프로그램은 화면의 내용을 프린터에 그대로 복사할 수가 있으며, 출력 양식은 사용자가 용도에 맞도록 조정할 수가 있다. 지원되는 프린터로는 도트 프린터와 레이저 프린터가 있는데, 도트 프린터로는 Epson 호환기종을 모두 지원하며, 레이저 프린터는 HP Laserjet II 호환기종이어야 한다.

3. 축 정렬 알고리즘

프로그램의 핵심 부분은 축 정렬 계산과 관련된 알고리즘이라고 할 수 있다. 프로그램에서는 자동 정렬 모드와 수동 정렬 모드 등 두가지 모드에 의해 축 정렬을 수행하게 된다. 자동 정렬 모드에서는 현재의 정렬 상태를 터빈 제조업체가 권장하는 기준 정렬 상태로 만드는데 필요한 축 베어링의 이동량을 자동으로 계산한다. 이에 반해 수동 정렬 모드는 사용자가 특정 터빈을 원하는 만큼 이동시키기 위해 좌우 베어링의 이동량을 직접 입력하도록 되어있다. 따라서 프로그램 운용시 먼저 자동 축 정렬 과정에 의해 정렬을 수행한 후 상황에 따라 특정 터빈을 원하는 양만큼 추가로 이동시킬 수 있으므로 축 정렬 수행시 손쉽게 시뮬레이션을 할 수 있으므로 상황에 따른 최적 이동량을 구하기 쉽도록 되어 있다.

축 정렬 계산을 위해서는 기본적으로 다음과 같은 네 가지 과정이 필요하다⁽⁵⁾.

첫째, 정렬 상태 측정치로부터 축 정렬 상태 즉, 커플링 원주의 높이 차이(rim offset)와 커플링 면의 벌어진 정도(face offset)를 구해야 한다. 이 과정은 수작업의 경우 축의 정렬 상태도를 그리는 것에 해당된다.

둘째, 기준 터빈을 정하고 이 기준 터빈의 왼쪽 커플링에 결합되어 있는 다른 터빈을 조정 터빈으로 정한 후, 조정 터빈의 왼쪽 베어링 또는 오른쪽 베어링을 움직여서 face offset을 조정한다.

셋째, 기준 터빈과 조정 터빈의 rim offset을 조정하기 위해 조정 터빈을 평행 이동시킨다.

넷째, 조정 터빈의 이동으로 인해 바뀐 인접 터빈과의 offset치를 다시 계산해서 정렬 상태를 재구성한다.

이 네 가지 과정이 끝나면 기준 터빈과 조정 터빈을 다시 정하고 두번째 과정부터 다시 반복하면 된다.

개발된 프로그램은 축 정렬에 필요한 위의 네 가지 기본적인 과정을 구현하기 위하여 네 개의 해당 서브루틴을 가지고 있다. 즉, 측정값으로부터 터빈

의 현재 측정렬 상태를 계산하고 표시하기 위한 AlignConfigure(), 기준 터빈과 조건 터빈의 face offset 조정에 필요한 베어링 이동량을 계산하는 AlignTurbine(), rim offset을 조정하기 위해 터빈의 좌우측 베어링의 이동량을 계산해 주는 AlignParallel(), 그리고 조정 터빈의 이동으로 인해 발생한 측정렬 상태값의 변화를 고려해 주기 위한 AlignRebuild3() 등의 서브루틴이 측정렬과 관련된 기본 과정을 수행하게 된다.

자동 측정렬 작업은 Fig. 1에 나타낸 것과 같이 네 개의 기본 함수를 적절히 조합한 DoAlign() 서브루틴에 의해 수행된다. 수동 측정렬 과정은 MoveMenu()에 의해 수행되는데 그 골격은 역시 기

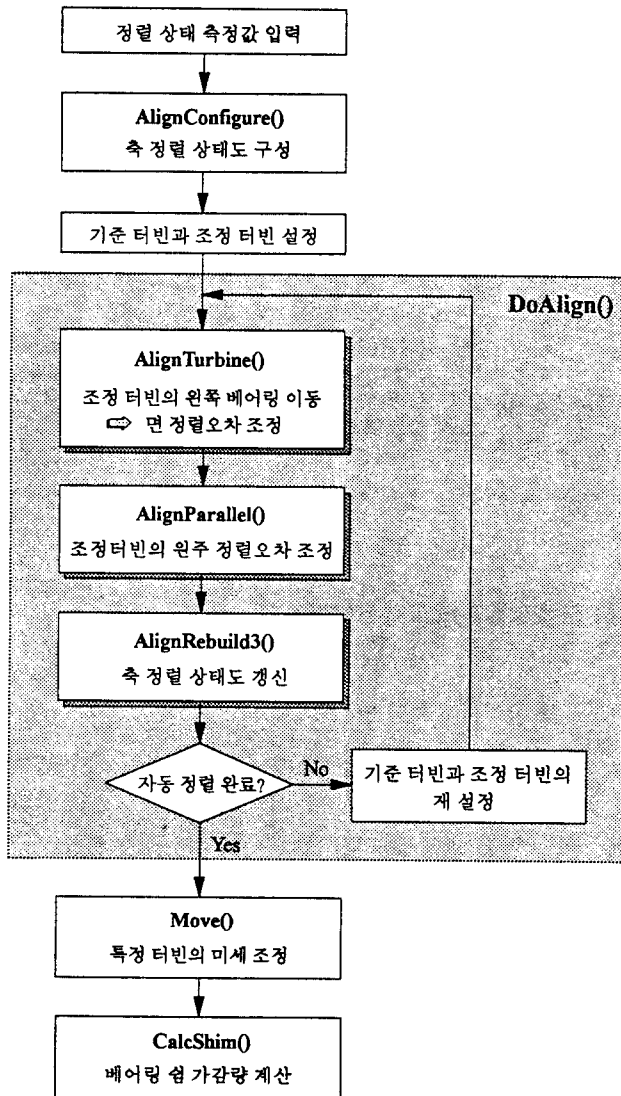


Fig. 1 측정렬 계산 과정에 대한 흐름도

본 함수 중의 하나인 AlignRebuild3()에 의해 수행된다. 수동 측정렬 과정에서는 터빈 베어링의 이동량을 사용자가 직접 입력하므로 터빈의 이동에 따른 인접 터빈과의 offset값만 갱신하면 된다. 특정 터빈측의 이동은 평행 이동과 한쪽 베어링의 이동의 조합으로 나타낼 수 있는데 평행 이동에 의한 offset 변동치는 rim offset치를 가감하면 되므로 간단히 계산할 수 있으며, 한쪽 베어링의 이동에 의한 offset 변동치는 앞에서 언급한 조정 터빈의 이동에 의한 경우와 같으므로 AlignRebuild3() 서브루틴을 사용하면 된다.

수직 방향과 수평 방향의 정렬을 위해 필요한 각 터빈에서의 베어링 이동량을 구하고 나면, 베어링을 원하는 만큼 이동시키기 위해 베어링 링(또는 베어링 마운트)에 있는 shim의 가감량을 결정해야 한다. 베어링마다 shim의 위치 각도가 다르므로 이에 대한 고려가 필요하다⁶⁾. 이러한 shim의 가감량은 CalcShimPlate() 서브루틴에서 결정하게 된다.

발전기 foot의 경우는 터빈과 같이 베어링의 shim을 조정하는 것이 아니라 발전기 몸체를 움직여야 하므로 각 foot에서의 이동 거리를 구해야 한다. GenFoot() 서브루틴은 foot의 거리에 따른 이동량을 결정해 준다.

이상의 서브루틴들이 측정렬 계산과 관련된 주요 부분으로서 프로그램의 핵심이라고 할 수 있다.

4. 프로그램의 구성

프로그램은 크게 나누어 입력 부분, 계산 부분, 결과 표시 부분, 파일 관리 부분 그리고 프린터 출력 부분 등 다섯 가지로 구성되어 있다.

입력 부분은 측정렬 작업을 하는 데 필요한 데이터를 입력하기 위한 것으로 정렬 작업시 기준터빈으로 지정하고자 하는 터빈의 번호, 기준 정렬 상태값, 현재의 정렬 상태 측정값, 발전기의 foot 갯수 등을 사용자가 입력해야 한다.

계산 부분에서는 이러한 입력값을 바탕으로 현재의 상태를 나타내주며 현재의 정렬 상태를 기준 정렬 상태 즉 정렬하고자 하는 목표치에 맞추기 위해 필요한 베어링의 이동값과 shim의 가감량을 계산한다.

결과 표시 부분과 프린터 출력 부분에서는 계산된 결과를 표와 그림으로 나타내며 프린터에 결과를 출력시켜준다.

파일 관리 부분은 계산된 결과와 계산 과정을 디스켓이나 하드 디스크에 저장하여 필요시에 다시 불

수 있도록 해준다.

Table 1은 프로그램 수행과 관련된 파일들의 목록을 나타낸 것이다.

프로그램을 수행하기 위해서는 각 발전소 터빈 시스템의 구성 및 규격에 대한 정보가 필요하다. 이러한 데이터는 해당 발전소마다 고정된 값을 가지고 있으므로 각 발전소에 대한 규격 데이터를 Hanjun.spc라는 파일에 미리 작성한 후 프로그램 기동시에 이 파일로부터 해당 발전소에 대한 규격을 읽어들이도록 하고 있다. Hanjun.spc에는 국내 대부분의 발전소에 대한 규격이 들어 있으며 필요시 사용자가 그 규격을 수정, 보완할 수 있다. Hanjun.spc에 기록되어 있는 발전소의 목록은 Files.lst 파일에 들어 있으며 발전소 이름의 나열 순서는 Hanjun.spc내의 발전소 규격 데이터 순서와 일치해야 한다.

프로그램은 풀다운 메뉴(pull-down menu)로 구성되어 있으며 키보드나 마우스를 이용하여 선택할 수 있다. 화면상에 수평으로 항상 나타나 있는 주 메뉴(main menu)중 한 항목을 선택하면 관련된 부 메뉴(sub menu)가 풀다운 메뉴 형식으로 나타난다. 부 메뉴의 선택 항목들 중에는 이름 뒤에 "▷"와 같은 표시가 붙어 있는 것들이 있는데 이것은 이 항목에 해당하는 선택 메뉴가 더 있음을 나타낸다. Fig. 2는 Input 메뉴가 ref-Tbn-no를 비롯한 다섯개의 부메뉴를 가지고 있으며 ref-Tbn-no 항목은 다시 HIP, LP1, LP2, GEN 등 4개의 선택 메뉴를 더 가지고 있음을 보여준다.

Table 1 프로그램 수행과 관련된 파일 목록

파일 이름	파일 기능	비 고
Plant.Lst	프로그램에서 선택할 수 있도록 발전소들을 알파벳 순서에 따라 열거해 놓은 발전소 이름 목록 파일.	이 파일에 등록되어 발전소는 프로그램 실행 중에 선택하여 축 정렬 작업을 수행할 수 있음.
Hanjun.spc	Plant.Lst에 등록되어 있는 발전소들에 대한 규격 및 프로그램 수행에 필요한 정보가 들어 있는 발전소 관련 데이터 파일.	각 발전소에 대한 데이터는 Plant.Lst에서의 발전소 이름과 그 나열순서가 반드시 일치해야 함.
HJconfig.sys	프로그램 사용중 마지막으로 작업했던 발전소 관련 데이터를 저장하고 있는 데이터 파일로 프로그램 종료시 자동으로 만들어짐.	Plant.Lst 파일에서 해당 발전소의 관련 데이터만을 따로 빼내어 저장한 것으로 작업 시간의 단축을 위한 것임.
EGAvga.BGI	VGA, EGA 그래픽 보드와 관련된 함수들이 정의되어 있는 라이브러리 파일.	Hercules 보드 사용시에는 필요없음.
Herc.BGI	Hercules 그래픽 보드와 관련된 함수들이 정의되어 있는 라이브러리 파일.	VGA, EGA 보드 사용시에는 필요없음.
Prx-TBL.bin	사용할 프린터에 대한 정보가 들어 있는 파일	

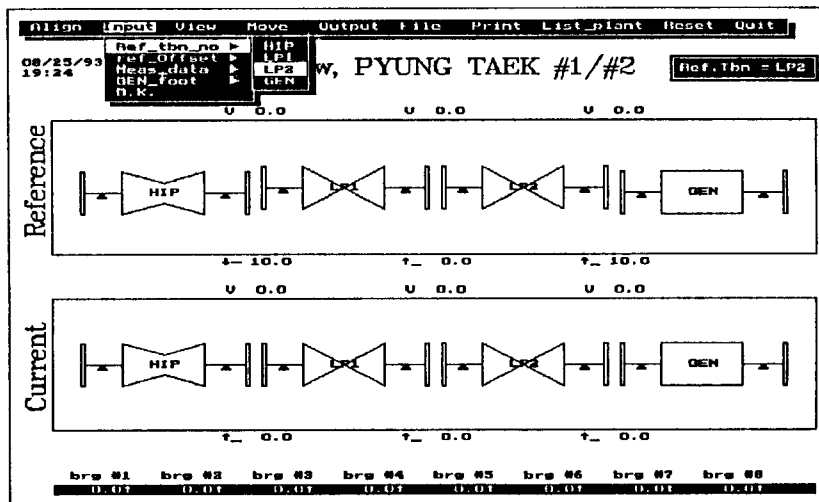


Fig. 2 프로그램의 메뉴 구조 및 화면 구성

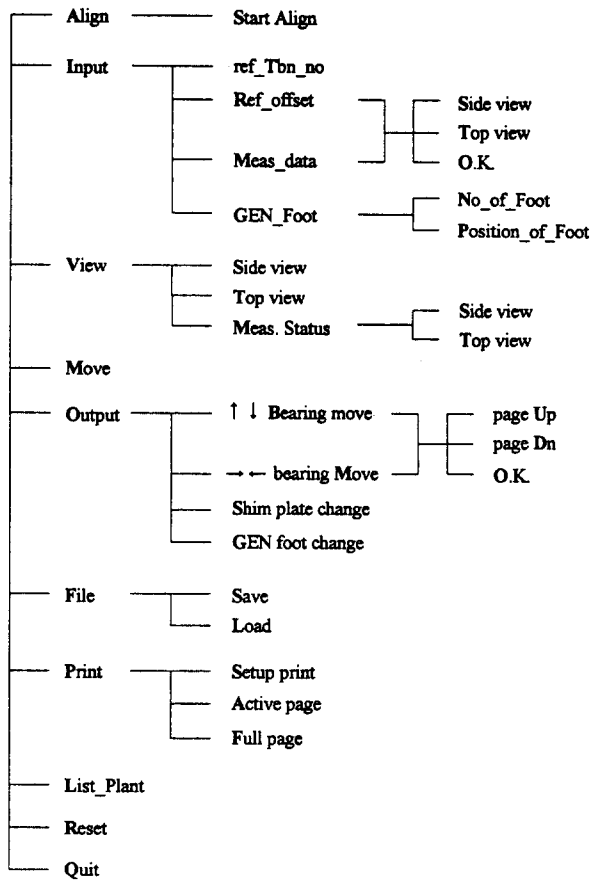


Fig. 3 측 정렬 프로그램 메뉴 구성도

Fig. 3은 측 정렬 프로그램의 메뉴 구성을 나타낸 것이다.

5. 평택화력 터빈의 측 정렬 자동화 과정

본 연구에서 개발된 측 정렬 프로그램의 실제 응용 사례는 평택화력의 터빈 1,2호기를 대상으로 하였으며 터빈 측 정렬 계산의 자동화 과정을 Fig. 3에 나타나 있는 메뉴 구조에 따라 실행하고자 한다.

5.1 발전소 입력 데이터의 작성

측 정을 위해서는 대상 발전소의 터빈에 대한 여러 자료가 필요하다⁽¹⁾. 즉, 각 터빈 베어링 간의 간격, 커플링의 직경, 커플링과 베어링 사이의 간격, 터빈을 지지하고 있는 베어링의 shim 갯수와 각도, 그리고 발전기 foot의 갯수와 위치 등에 대한 데이터가 있어야 측 정렬에 필요한 계산을 수행할 수 있다. 따라서 프로그램은 처음 기동시에 이들 데이터를 Hanjun.spc 파일로부터 읽어들이어서 정렬 작업을

Table 2 각 발전소에 대한 규격 데이터 파일 양식

순서	항목	변수	참 고 사 항
1	발전소 이름	plantname	20글자 범위 내에서 작성
2	터빈 갯수	NoTbn	대상 발전소를 구성하는 터빈의 갯수
3	베어링 shim 위치의 종류	ShimType	터빈 베어링의 모든 shim 위치의 갯수로서, 0°와 90°는 항상 포함해야 함
4	shim 위치의 값	ShimAng[]	베어링 shim 위치를 각도로 표시
5	터빈 구조체	name id e1, e2 우측 사이의 간격 e2 : 우측 커플링과 우측 베어링 사이의 간격 m disk no[1] no[2] Shim [1] [5] Shim [2] [5]	터빈 한개당 하나의 구조체가 대응되며, 각 구조체는 다음 값들을 포함해야 함 터빈 이름 터빈 형상 종류를 지정함 e1 : 좌측 커플링과 좌측 베어링 사이의 간격 e2 : 우측 커플링과 우측 베어링 사이의 간격 두 베어링 사이의 간격 터빈의 우측 커플링의 직경 좌측 베어링의 shim 위치 종류 가지수 우측 베어링의 shim 위치 종류 가지수 좌측 베어링 shim의 위치 값으로서 ShimAng[]에 나열된 순서를 기입 우측 베어링 shim의 위치 값으로서 ShimAng[]에 나열된 순서를 기입
6	발전기 베어링 형식	GENtype	GENtype=0 : 양쪽 베어링 모두 발전기 내부에 있는 경우 GENtype=1 : 좌측 베어링만 발전기 내부에 있는 경우 GENtype=2 : 양쪽 베어링 모두 발전기 외부에 있는 경우
7	정렬 목표치	RefAng[], RefHt[]	제작자가 제시하거나 사용자가 원하는 정렬 상태값으로 수직 방향, 수평 방향 순서로 기입
8	발전기 foot 갯수	NoFoot	프로그램 메뉴상에서 수정 가능
9	발전기 foot 위치	FootPos[]	발전기 좌측 커플링에서 각 foot까지의 거리로서 프로그램 메뉴상에서 입력 가능

Table 3 평택 화력 1,2호기에 대한 입력 데이터

Pyung Taek #1/#2	
4	
4	
0 30 75 90	
HIP	
4	
150 1165	
4660	
832	
3 2	
1 2 3	
2 3	
LP1	
2	
635 1006	
4502	
933	
2 2	
2 4	
2 4	
LP2	
2	
1006 1082	
4502	
1003	
2 3	
2 4	
1 2 3	
GEN	
3	
2457 3262	
4876	
436	
2 2	
1 4	
1 4	
0	
0.0 0.0 0.0	
-10.0 0.0 10.0	
0.0 0.0 0.0	
0.0 0.0 0.0	
14	
2547 3000 3400 3800 4200	
4600 5000 5400 5800 6200	
6600 7000 7200 7400	

수행하도록 하고 있다. Table 2는 각 발전소에 대해 필요한 데이터 파일의 구성을 나타낸 것이며, *Hanjun.spc* 파일에는 발전소 순서대로 데이터가 나열되어 있다.

Table 3은 본 연구에서 실제 응용 사례를 위해 대상으로 선택한 평택화력 터빈 1,2호기에 대한 데이터 파일을 작성한 것이다.

5.2 데이터의 입력

프로그램을 시작하면 Fig. 4에서 보는 바와 같이 발전소 이름을 선택할 수 있는 입력 박스가 나타난다. 여기서 축 정렬을 하고자 하는 발전소의 이름을 선택하면 디스크의 *Hanjun.spc* 파일로부터 계산에 필요한 모든 데이터를 읽어들이고 후 Fig. 2와 같이 해당 발전소의 터빈 구성도를 화면에 나타내게 된다. 터빈 구성도는 그림에서와 같이 두 개로 이루어져 있는데, Reference 표시가 붙은 터빈 구성도는 *Hanjun.spc* 파일로부터 읽어들이는 축 정렬 목표치를 나타낸 것이며 Current 표시가 붙은 터빈 구성도는 축 정렬 상태 측정값으로부터 구성한 현재의 축 정렬 상태를 나타낸 것이다.

Input 메뉴에서는 축 정렬 작업을 하기 위해 필요한 사항들을 입력하도록 되어 있다. Input 메뉴에는 다음과 같은 네 가지 입력 사항이 있다. 즉, 작업시 어떤 터빈을 기준으로 축 정렬을 해 나갈 것인지를 지정하는 ref-Tbn-no, 자동으로 정렬을 할 경우 현재의 정렬 상태를 어떤 상태로 만들 것인지를 나타내는 목표 정렬치를 입력하는 Ref-offset, 현재의 측정 상태를 입력하는 Meas-data, 발전기의 foot 갯수와 위치를 입력하는 Gne-foot으로 이들 항목은 각각 자신의 부메뉴를 가지고 있다.

(1) 기준 터빈의 지정(ref-Tbn-no)

축 정렬 작업시 기준으로 삼을 터빈을 지정하는 메뉴로서 Fig. 2에서와 같이 Input 메뉴 중의 ref-Tbn-no 메뉴를 선택해서 원하는 터빈 번호를 선택하면 된다.

(2) 축 정렬 목표치의 입력(Ref-offset)

축 정렬 목표치는 자동 정렬 작업시에 사용되는 값으로서 Align 메뉴를 선택하면 현재의 축 정렬 상태를 축 정렬 목표치에서 설정한 기준 정렬 상태로 조정하게 된다. 터빈 제조업자가 권장하는 기준 정렬 상태값은 *Hanjun.SPC* 또는 *HJconfig.sys* 파일에 미리 기록되어 있으며, 정렬 작업 과정에서 목표치를 변경할 필요가 있을 경우 Ref-offset 메뉴를 이용하여 변경할 수 있다.

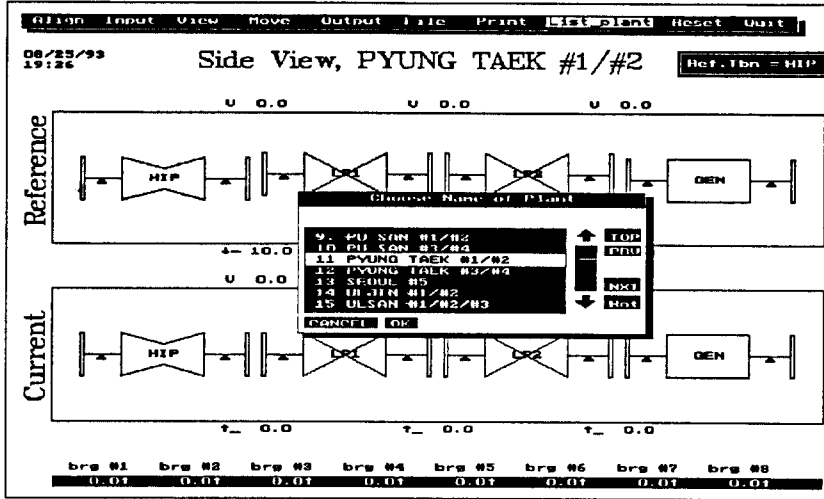


Fig. 4 작업 발전소의 선택

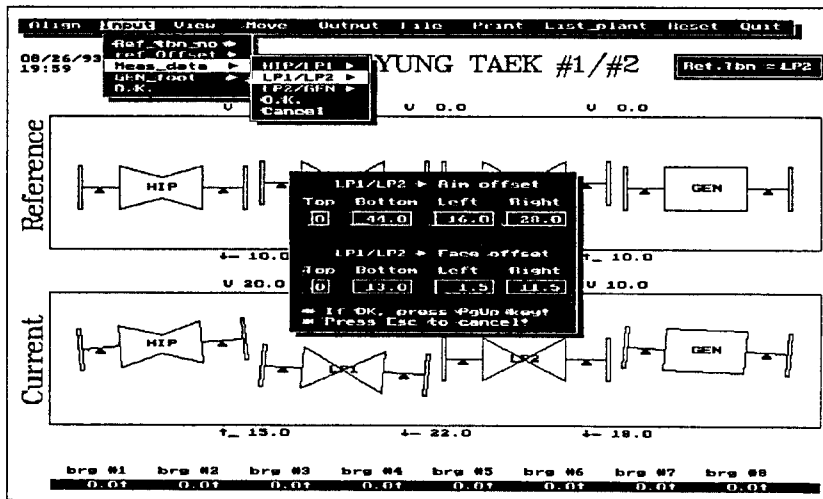


Fig. 5 측정렬 상태 측정값의 입력

(3) 측정렬 상태 측정값의 입력(Meas-data)

측정렬 상태는 커플링된 두 개의 터빈 중 오른쪽 터빈에 다이얼 게이지를 설치하고 두 터빈을 동시에 90°씩 회전시키면서 rim과 face에 대해 각각 측정한다. 프로그램에서의 측정값 입력은 Fig. 5에서와 같이 Meas-data의 메뉴에서 해당 커플링을 선택하면 측정값을 입력할 수 있는 입력 상자가 나타나는데 이 입력 상자에서 해당 커플링의 rim과 face에 대한 측정치를 입력하면 된다. 측정치를 입력하고 나면 입력값에 따라 터빈의 현재 정렬 상태가 화면에 표시된다.

(4) 발전기 foot에 대한 자료 입력(Gen-foot)

프로그램 수행시 Input 메뉴를 이용해서 foot들의

위치와 갯수에 대한 데이터를 입력할 수 있다. Gen-foot 메뉴를 선택하면 화면 중앙에 foot의 갯수를 입력하는 입력 상자가 나타난다. 프로그램에서 허용 가능한 foot의 최대 갯수는 30개이다.

5.3 측정렬의 계산과정과 출력

(1) View 메뉴

측정렬 작업을 수직 방향(side view) 이동과 수평 방향(top view) 이동에 대해 각각 따로 수행한 후, 두 결과를 종합하여 터빈의 씬 가감량을 결정해야 한다. 프로그램을 시작하면 항상 수직 방향에서 시작하게 되어 있으므로 정렬 작업이 끝나면 View 메뉴를 이용해서 작업 화면을 수평 방향으로 바꾸어

서 정렬 작업을 해야 한다.

(2) Align 메뉴와 Move 메뉴

Input 메뉴에서 필요한 입력이 끝나면 현재의 측정 정렬 상태(meas. status)를 정렬 목표치(ref offset)에 맞추기 위해 Align 메뉴를 선택한다. Fig. 6과 같이 Align 메뉴의 Start Align을 선택하면 자동으로 정렬을 수행하여 정렬 상태도가 기준 정렬 상태도와 같게 되며, 이때 필요한 각 터빈의 베어링 이동값이 화면 하단에 표시된다.

Align 메뉴를 이용한 자동 정렬이 끝나면 작업 상황에 따라 추가로 개개의 터빈을 원하는 크기만큼 이동시킬 경우가 있다. 이런 경우 Move 메뉴를 이용하여 특정 터빈을 이동시킬 수 있다.

(3) Output 메뉴

수직 및 수평 방향에서의 정렬 작업이 끝나면 Output 메뉴를 이용해서 정렬 계산 과정, 베어링 위치와 발전기 foot의 가감량 등을 볼 수 있다. 베어링 위치의 가감량 결정은 수평 및 수직 방향에 대해 정렬 계산을 모두 마쳐야 가능하다.

Fig. 7은 Output 메뉴에서 수직 방향 정렬 계산 과정을 보기 위해 “↑↓ Bearing Move” 메뉴를 선택한 것을 보여준다. 화면에 있는 표에는 한번에 여섯 개의 과정밖에 표시할 수가 없으므로 추가로 계산 과정이 더 있는 경우에는 부 메뉴의 Page Down 항목을 선택하여 나머지 과정을 더 볼 수 있다.

Fig. 8은 위치의 가감량을 표시한 것으로, 여기서 받

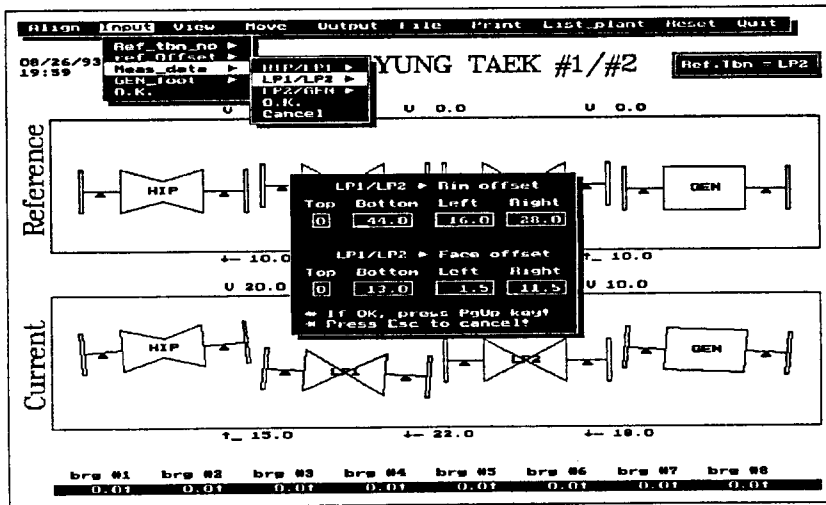


Fig. 6 Align 메뉴에 의한 자동 측 정렬

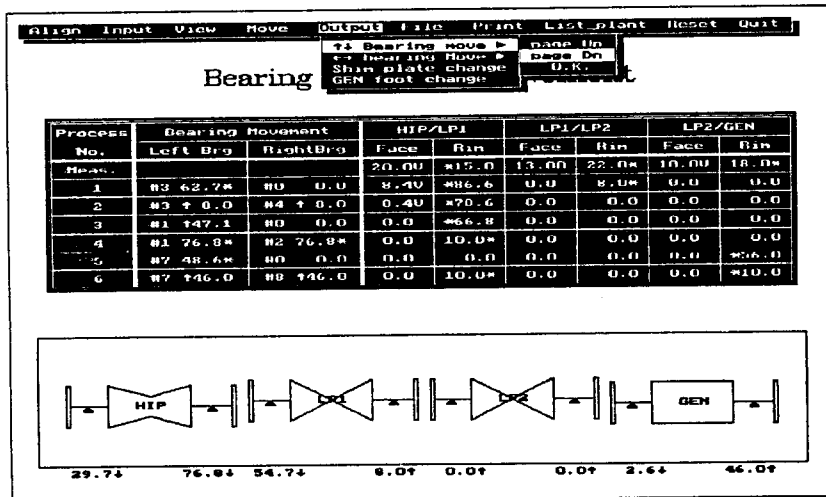


Fig. 7 Side view 정렬 계산 과정을 보기 위한 “↑↓ Bearing Move” 메뉴의 선택

전기의 베어링 씬이 표시되지 않은 이유는 평택 발전소의 경우 발전기의 베어링 모두가 발전기 안에 있기 때문에 베어링 씬을 조정할 필요가 없기 때문이다. 그림에서 음의 부호는 씬을 빼는 것을 의미하며 양의 부호는 씬을 더하는 것을 의미한다.

Fig. 9는 발전기의 foot 가감량을 나타낸 것이다. 발전기 커플링 좌우에 있는 값은 축 정렬을 위해 계산된 두 베어링의 이동량을 나타낸 것으로 이 값은 내부적으로 각 foot의 가감량을 계산하는 데 사용된다. 주의할 것은 여기에 나타난 값은 수직방향에 대한 것이며, 수평 방향에 대한 것은 표시하지 않는다. 왜냐 하면 발전기 좌우에는 씬 플레이트가 없으

므로 발전기를 이동하고자 하는 만큼 좌우로 밀거나 당기면 되기 때문에 터빈 구성도 밑의 베어링 이동 값을 그대로 이용하면 되기 때문이다.

(4) File 메뉴

축 정렬 작업을 완료하고 나면 File 메뉴를 이용하여 이제까지의 계산 결과나 측정값 등을 저장할 수가 있으며, 필요한 경우 저장했던 파일을 다시 불러 들여 결과를 볼 수 있다.

(5) Print 메뉴

화면에 나와 있는 결과를 프린터로 출력하는 경우, Setup Printer 메뉴를 이용하여 사용하고 있는 프린터의 기종과 출력 양식을 지정한 후 프린트하면

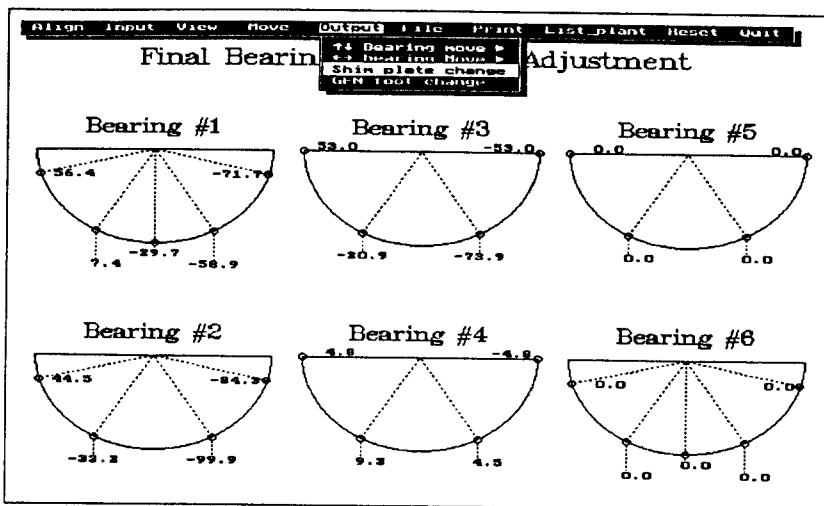


Fig. 8 베어링 씬의 가감량을 계산하기 위한 Shim plate change 항목의 선택

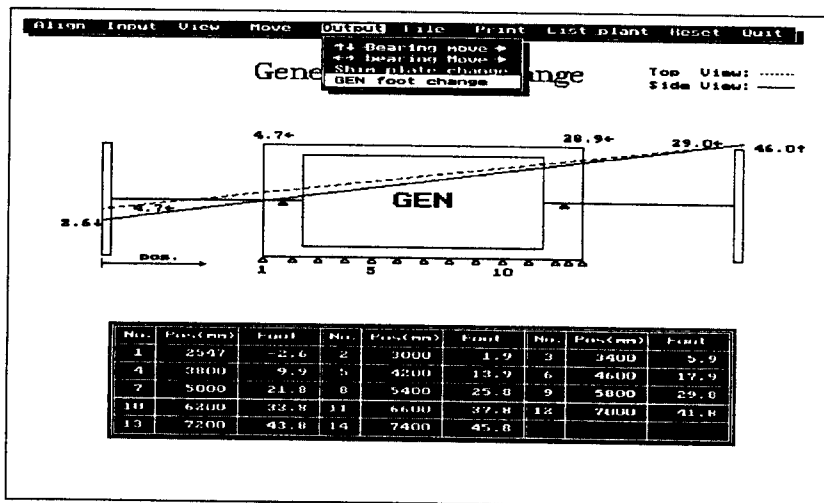


Fig. 9 발전기의 foot 가감량을 계산하기 위한 Gen foot change 항목의 선택

된다.

5.4 프로그램의 초기화와 종료

Reset 메뉴는 이제까지의 축 정렬 작업을 취소하고 모든 관련 변수들을 0으로 초기화시킨다. 그러나 작업의 편의를 위해 Input 메뉴의 Meas-data에서 입력한 초기 측정값은 초기화되지 않고 그대로 남아 있게 된다. 따라서 초기화를 하면 화면은 처음의 측정 상태를 나타내게 된다. Reset으로 인해 귀중한 정보를 잃어 버릴 위험을 방지하기 위해 확인 절차를 거치도록 되어 있다.

작업을 종료하고 도스로 빠져 나가려면 Quit 메뉴를 선택하면 되며 종료시 마지막으로 작업했던 발전소 관계 규격들을 HJconfig.sys라는 파일에 자동으로 저장함으로써 다음 작업때 발전소를 다시 선택하는 번거로움을 제거하였다.

6. 결 론

개발된 축 정렬 프로그램은 축 정렬에 필요한 계산식의 이해나 계산 과정에 대한 전문 지식과 경험 없이도 사용할 수 있도록 작성되었다. 따라서 전문가가 아닌 현장 종사자 누구나 쉽고 편리하게 사용할 수 있다. 또 축 정렬 과정을 단계적으로 이해할 수 있도록 화면에 그래픽으로 처리함으로써 시각적

인 효과를 높였으며, 축 정렬 계산 결과와 과정을 디스켓에 저장하고 다시 불러들일 수 있도록 개발하였다. 따라서 발전소 현장에서 본 연구에서 개발된 축 정렬 프로그램의 활발한 사용이 예상되며, 축 정렬 작업의 기록과 보존 및 기타 정비 작업에도 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

참고문헌

- (1) Essinger, J. N., "Benchmark Gauges for Hot Alignment of Turbomachinery," Proc. of the Ninth Turbomachinery Symposium, pp. 127~133.
- (2) 최 열, 1981, "터빈 얼라인먼트 테이블 : 개발과 응용," 한전연구보고서 제81-1.
- (3) Borland C++ 3.0 Programmer's Guide pp. 384~387.
- (4) Borland C++ 3.0 Programmer's Guide pp. 357~365.
- (5) 황철호 등, 1994, "발전설비의 터빈 측정렬 (I) : 발전소 적용사례," 한국소음진동공학회지, 제 4 권 1호, pp. 23~31.
- (6) 김정태 등, 1992, "펌프계통의 진동 및 소음저감에 관한 연구," 한국표준과학연구원 연구보고서 KRISS-92-116-IR.