

논문 2009-3-7

## 금속고정용의 강도 평가 알고리즘 구현

# Implementation of Strength Estimation Algorithm on the Metallic Plate Fixation

김정래\*, 김규호\*\*, 이기영\*\*\*

Jeong-Lae Kim, Kyu-Ho Kim, Ki-Young Lee

요 약 본 논문은 신경외과 및 일반외과 영역에서 골 고정용 금속판으로 골 수술 및 치료를 하는 과정에서 골 고정용 금속판의 굴곡강도와 강성을 평가할 수 있는 강도평가 알고리즘을 구현하였다. 굴곡곡선의 최대 포인트 점은 0.2% 상쇄변위(offset displacement)에서 평형하게 접근 할 수 있는 포인트 P점을 최대 하중에 부여하는 굴곡 점으로 적용하였다.

실험에 사용한 플레이트(Plate)는  $\Phi 13$ 와  $\Phi 18$ 이며, 강도평가의 알고리즘은 플레이트  $\Phi 13$ ,  $\Phi 18$ ,  $\Phi 13-\Phi 18$  비교하였으며, 플레이트에 압박하는 힘의 알고리즘을 산출한 결과 굽힘강도의 최대값이 311N, 387N, 410N, 474N 로 나타났고, 변위(Displacement)에 따라 하중에 견디는 시점인 인장강도가 274(N), 324(N), 382(N), 394(N) 로 나타났으므로 이 시점이 금속판의 굴곡운동 값으로 결정되었다.

본 연구의 결과로 한 개의 축을 기준으로 발생하는 골 고정용 금속판의 강도 조절 문제를 평가알고리즘으로 구성함으로 해결할 수 있었고, 형태 변화에 따른 조절기능을 검증할 수 있는 시스템이 새로운 알고리즘 형성으로 가능할 것으로 예상된다.

**Abstract** This study was developed the metallic plate for bone fixation in the neurosurgery and general surgery and plates has a firm place in bone operating and treatment. The plates can be realized to bending strength and stiffness for strength estimation. Maximum point of bending curves has a bending point(P) with maximum load which to applied nearly 0.2% offset displacement.

The device's sizing has a  $\Phi 13$  and  $\Phi 18$ , and algorithm of strength estimation compared a plate( $\Phi 13$ ,  $\Phi 18$ ,  $\Phi 13-\Phi 18$ ). The bending strength of the curved metallic plate has to evaluate maximum of a 311N, 387N, 410N, 474N. When a displacement preserve with a load, tensile stress through to press a plate is 274N, 324N, 382N, 394N.

The algorithm of strength estimation can be used to support estimation of bending strength and stiffness. Their tool bring to settlement in the new basic algorithm for evidence with varied adjustment.

**Key Words** : Strength Estimation, Bending strength, Metallic plate algorithm , Bending curve

### I. 서 론

인간은 일상생활을 통하여 육체적 활동을 활발하게

하고 신체적 활동을 통하여 적극적이고 왕성한 육체적 운동을 함으로 건강한 삶을 유지한다. 최근에 신경외과 나 그 외 외과에서 수술하는 경우 골격이나 뼈를 통한 치료 및 고정하는 방법들을 사용하게 되는데 치료나 고정 에 오래 걸려 기능이 저하되거나 연장되는 경우가 많다 [1].

\*정회원, 을지대학교 보건과학대학 의료공학과

\*\*정회원, 을지대학교 의료산업학부(교신저자)

\*\*\*중신회원, 을지대학교 의료산업학부

접수일자 2009.04.23, 수정완료.2009.05.31

인체를 지탱하는 뼈의 근본적인 기능은 신체에 중요한 부분을 차지하며, 사고나 질병에서 골격 상에 손상이 발생할 경우 수술이나 치료를 통하여 대부분 고정이나 견인장치를 통한 방법으로 사용하고 있지만 그 효능은 높지 않은 실정이다. 하지만 골절에 대한 관혈적인 내고정에 대한 가치가 높아지고 있음에 따라 외과영역에서는 이러한 대체 기구를 고정력을 부여하거나, 케이블을 고정금속판의 구멍을 내어 그 속에 필요한 부분을 우그러뜨리거나 나사로 눌러 고정시켜 주는 형태로 골절이나 골격 및 인공관절 치환술로 고정력을 부여 받아 사용되고 있으며<sup>[2],[3]</sup> 앞으로 골절 등 다양한 용도에 사용할 수 있는 기구가 필요하다.

골 수술을 위한 조건은 해부학적인 복원(Restoration of anatomy), 안정성의 확보(Establishment of stability), 혈류 공급의 보존(Preserving blood supply)을 염두에 두어야 하며, 특히 내고정술을 하는 경우 금속판의 기능인 지지기능(Buttress function)으로 골 결손 부위에 적용함으로써 양측 골편을 지지하고 적절한 정렬상태로 유지하도록 함으로 초기에 완전한 기능을 지니게 할 수 있게 해준다<sup>[4]</sup>.

오래전부터 골절이나 인공 골절시술에 해부학적 금속 고정재료를 사용하여 골절치료를 하는 시술이 있었으나, 뼈에 정확하게 들어맞는 금속고정재가 없어 시술 시에 어려움이 있고,<sup>[5],[6]</sup> 또한 인공 골절시술의 경우 뼈의 골수강 내에 두꺼운 금속재료<sup>[7]</sup>가 들어가 일반적으로 금속 고정재료를 고정시킬 때는 사용하는 나사를 사용 못하는 경우 일반 케이블<sup>[8]</sup>을 감아 고정력을 강화시키고<sup>[9],[10]</sup> 있음을 확인 할 수 있었다.

본 연구에서는 이러한 고정시스템을 구체적으로 구축할 때 고정용 금속재료를 이용한 금속판을 사용하여 고정 여부를 확인할 수 있는 시스템이 필요하였고, 이를 평가할 수 있는 강도 평가시스템을 구축하였다.

## II. 관련 연구

### 1. 이론적 배경

골 고정용 금속판의 강도평가는 금속판의 굴곡강도(Bending Strength)나 금속 재료의 강성(Stiffness)을 규정해야하는데 일반적으로 ISO 규격으로 결정되며, 구조물질의 강성(Stiffness)에 부과한 부하와 변형의 정도로

정의 할 수 있다. 골절의 상태에 따라 골 강성의 연속성 및 상실 정도로 구별되며, 골 유합술(Osteosynthesis)의 경우는 뼈의 강성을 일시적으로 복원하는 하는 정도로 영구성을 평가 할 수 있다.

### 2. 골 금속판의 굴곡 강성

골 금속판의 굴곡강성을 측정<sup>[5],[11]</sup>은 그림1에서 보여준 형태의 하중과 위치를 바탕으로 구성하며, 골 금속판의 굴곡구조 강성(Bending Structure stiffness)은 식(1)과 같이 계산한다.

$$EI_c = \frac{(2h + 3a)Kh^2}{12} \quad (1)$$

[EIc: 중앙지름거리 평균값, h: 하중지름거리, a: 중앙지름거리, K: 굴곡강성]

0.2%의 상쇄 변위(offset displacement)는  $q=0.002xa$ 의 관계를 가지며 a는 중앙지름거리사이 이며, OB는 q 값과 조건에서 하중에 걸리는 하중점 변위 간의 무게로 표시하며, BC 선은 금속의 굴곡강도 (Bending Strength)로  $Om$  과 평행한 직선으로 그리며 식(2)과 같이 계산한다.

$$\text{Bending Strength} = \frac{Ph}{2} \quad (2)$$

[Fmax : 파열하중, h: 하중지름거리]

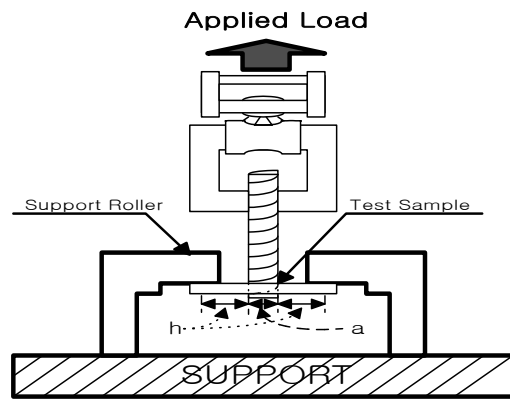


그림 1. 골 금속판의 굴곡구조 강성  
Fig.1 Schematized diagram of the Bending Structure stiffness

### 3. 골 금속판의 굴곡 곡선

골 금속판의 강도와 강성은 굴곡(Bending)의 특성으

로 나타내며 변위와 부하 값에 따라 변형의 포인트 점을 잡아서 굴곡 시 적용하중을 평가한다. 점 B는 중앙하중 지름거리에 대한 변형으로 0.2%의 상쇄변위(offset displacement)의 기준점으로 굴곡 강성 곡선과 평행한 형태이며, 골 금속판의 굴곡(Bending) 운동에 대한 골 금속판(Bone Plate) 의 0.2%의 상쇄변위(offset displacement)와 교차하는 점에서 변위 점에 대한 부하되는 시점을 점 P로도 사용하였다.

또한 굴곡구조 강성(Bending Structure stiffness) 는 골 금속판 (Bone Plate)을 측정시스템을 통하여 발생한 사이클의 굴곡 값으로 결정되며, 굴곡강성(Bending stiffness)에서 나타난 곡선의 기울기(slop, o-m)는 하중에 대한 직선의 탄성부분(elastic portion) 의 최대 기울기와 측정 시 하중 포인트 곡선간의 금속판에 대한 굴곡강성으로 표현한다.

굴곡에서 최대하중에 대한 최대 골절 하중(Fracture loading)는 골 금속판 굴곡 시 적용하중 값으로 표시되고, 입증하중(Proof loading) 점P는 하중의 B-C에 대한 하중점 변위곡선간의 관계로 내선에 대한 적용하중으로 입증 점 변위(Proof point displacement)의 점A에서 보여준 것 같이 골 금속판 굴곡강도에 연관된 하중 점 변위 (Load-point displacement)<sup>[12]</sup>로 나타났다.

처리과정을 통하여 하중 점 변위 곡선(Load-point displacement)과 직선 간에 최적 실험값이 그림 2에서 나타났으며, 골 금속판의 굴곡에 대한 피로특성을 산출하기 위해 최대 모멘트는 적용 굴곡 모멘트가 하중 사이클이 진행되는 동안 최대 대수적 값으로 골 금속 건본의 표면에 인장강도로 나타내는 점으로 확인되며, 이러한 사이클이 10<sup>6</sup>사이클에서는 피로강도에 주어진 R 비율에서의 10<sup>6</sup>하중 사이클로 예상됨으로 주어진 값의 50%인 최대 모멘트로 평가 된다<sup>[12]</sup>.

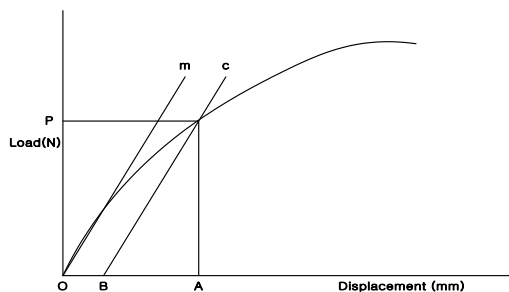


그림 2. 금속판 굴곡곡선  
Fig.2 Schematized diagram of the Bending curve of Bone plate

또한 최소 모멘트는 적용 굴곡 모멘트가 하중 사이클 동안 최소 대수적 값인 골 금속판의 표면에서 인장강도로 나타나는 점으로 확인하였고, R 비율은 피로 사이클의 하중 파라미터의 최대치와 최소치에 연관된 항목으로 식(3)과 같다.

$$R = \frac{\text{Minimum Moment}}{\text{Maximum Moment}} \quad (3)$$

이에 따라, 피로강도 측정(Failure Strength Testing)의 프로그램은 측정에 따른 총계로 계산되며, 사이클에 대한 피로강도로 결정된다.

#### 4. 고정 제어 시스템

금속 고정용 강도평가는 부하에 따른 강도의 기준이 0에서 1000N 까지 측정할 수 있고 변위 사이의 비교 값을 형성하여 특성 값이 형성하도록 하였다. 변위(mm)에 따라 하중(N)을 금속의 진동에 따른 하중에 변화를 값으로 측정할 수 있고 출력의 변화 폭이 비교적 작으므로 측정 회로의 잡음이나 드리프트 등에 주위 하여 비선형 특성을 보상해 주었다<sup>[13]</sup>.

압축과 인장의 고정을 이용하여 진동센서로 이동하여 변위의 변화를 면적당 부하 량으로 미약한 검출 대상에서 현저하게 정확한 측정을 위해 그림 5과 같이 전체 강도평가시스템을 구성하였다.

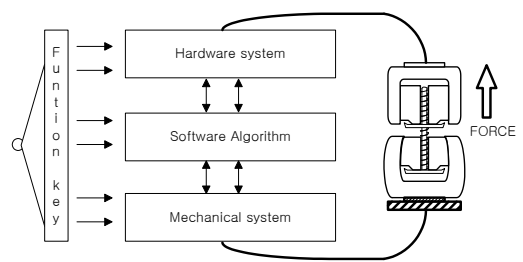


그림 5. 강도평가 시스템의 기본 모형도  
Fig.5 Schematized diagram of the Strength Estimation

### III. 실험 및 검토

#### 1. 시스템 개요

시스템 구성은 두 가지 형태인 소프트웨어 와 하드웨어로 구성하였고, 소프트웨어알고리즘은 초기 입력으로

부터 변위 증가에 따라 부하의 변화를 함수변화 단계로 다양한 형태의 기능을 나타낼 수 있도록 산출단계 별로 데이터가 비교 분석하도록 기능이 단계적으로 진행된다. 단계별로 입력 값과 산출시 변화치 및 최대치로 변위를 산출하고 비교 분석하며, 최대 극대점에 대한 극한치의 단계가 진행하도록 알고리즘 설계하였고, 마이크로 컨트롤러를 통하여 진행하도록 한 알고리즘을 설계 구현하였다.

하드웨어는 금속판이 실험측정대의 부하롤러에 부착하는 형상으로 대전자부 형상을 적용하여 뼈에 밀착시켜 주기 위한 부분과 힘을 부과시켜 측정 변위 사이의 비교 값을 형성하여 측정값이 형성하도록 하였다. 변위(mm)에 따라 하중(N)을 금속의 진동에 따른 하중에 변화를 값으로 측정하는 형태로 구현하였다.

### 2. 시스템 구성

시스템은 플레이트의 두께로 구성하였고, 평가항목에 따라 굽힘 강도, 고정력으로 주요 성능의 구성도로 하였다. 단위는 굽힘강도(N), 인장강도(N/m<sup>2</sup>)로 설정하였다.

### 3. 평가 방법

평가방법은 금속판의 굽힘 항목의 시험법인 ISO-9585의 기준<sup>[4][5]</sup>에 따라 평가항목을 설정하여 평가지표로 처리하였다.

### 4. 금속고정시스템의 소프트웨어 알고리즘

금속 고정시스템의 소프트웨어 알고리즘은 모든 키 입력 후 작동을 이루는 함수단계로 다양한 형태로 기능을 하고 산출단계를 통하여 데이터의 비교하는 기능 단계가 이루어지며, 진행 되는 동안 단계별로 입력 값, 변화치 산출 및 최대치 산출, 변위치 산출을 통해 비교 분석하여, 최대 극대점에 대한 극한치의 단계가 진행하도록 알고리즘 설계하였고, 마이크로 컨트롤러에 대한 소프트웨어 함께 진행하도록 한 알고리즘을 설계 구현하였다.

#### 4.1 입력함수 시작

초기 입력을 확인한 후 입력 값에 대한 데이터 값이 발생하고 힘(Strength)의 변화에 따라 길이에 대한 변위의 발생으로 값의 변화가 일정하게 증가되며 강도(Tensile)의 변화가 발생되면 이것을 이용하여 강도와와의 변화를 비교하여 변화 상태를 찾아낼 수 있도록 하였다. 그림 6은 각 키에 대한동작은 유도하는 흐름으로 초기 동

작되어 비교하는 기능 단계와 단계별로 입력 값, 변화치 산출 및 최대치 산출, 메뉴, 기록 등 기능으로 진행하도록 하는 단계이다.

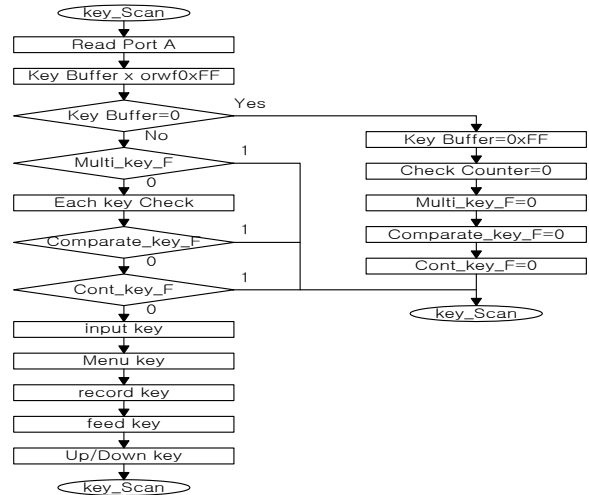


그림 6. 입력함수 시작단계  
Fig.6 Flow chart of Initial Input Function

#### 4.2 곡선 변화치 발생 함수

입력 함수 단계에서 시작된 신호와 변위별 증가에 따른 강도변화와 일정 단위의 변위가 발생된 단계이후에 최대치 와 제로 상태를 비교하여 표시한 다음 변위의 변화에 따라 최대치유지 및 제로 상태를 유지하도록 하였다. 그림 7에 변위를 함수 값의 변화 상태로 구성하도록 하고, 각 단계의 흐름은 강도표시에 따른 변위의 변화치 산출 및 최대치 산출 등 기능으로 진행하도록 하는 단계이다.

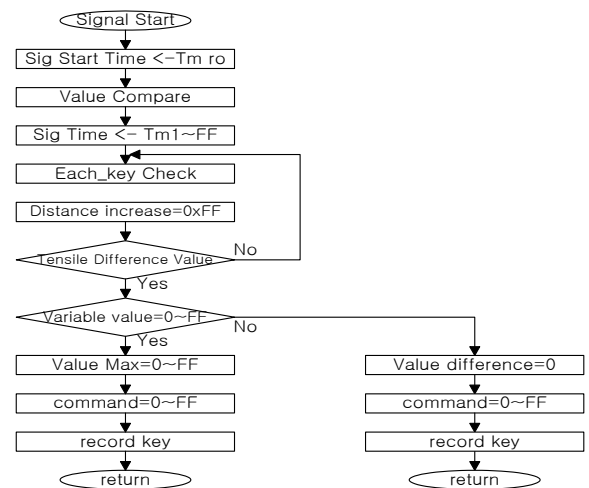


그림 7. 입력함수 시작단계  
Fig.7 Flow chart of Initial Input Function

4.3 2% 변위 점 산출 곡선 변화치 발생 함수

입력 함수 단계와 곡선 변화에서 나타난 신호를 곡선의 함수로 값을 산출하고 곡선의 접선을 발생시켜서 2%의 변위 점에 해당되는 부분에 곡선의 접선식과 평행한 직선을 산출하도록 한다. 곡선식과 2% 변위가 교차하는 부분을 확인하여 그 점이 상쇄점이 형성하도록 하였다. 그림 8에 각 단계의 흐름은 상쇄변위에 대한 항목과 옅색 변위 등 기능으로 진행하도록 하는 단계이다.

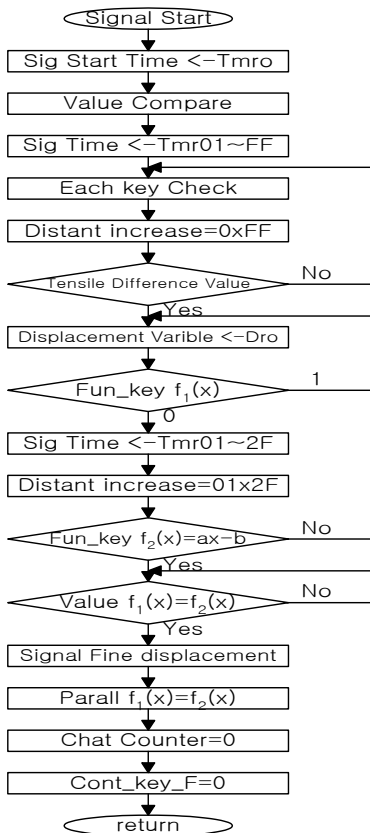


그림 8. 입력함수 시작단계  
Fig.8 Flow chart of Initial Input Function

4.4 극한치에서 극한값 발생 함수

곡선의 함수로 산출된 곡선 변화의 곡선과 2%의 변위 점에 해당되는 직선 이후에 곡선의 강도를 비교하여 극한 값을 형성하고 극한의 상태가 일정하게 제로상태로 유지 하도록 한다. 강도의 변위의 비교치가 거의 없음을 확인 하도록 형성하도록 하였다. 그림 9에 각 단계의 흐름은 극한치의 변위와 강도치 변화상태 등 기능으로 진행하도록 하는 단계이다.

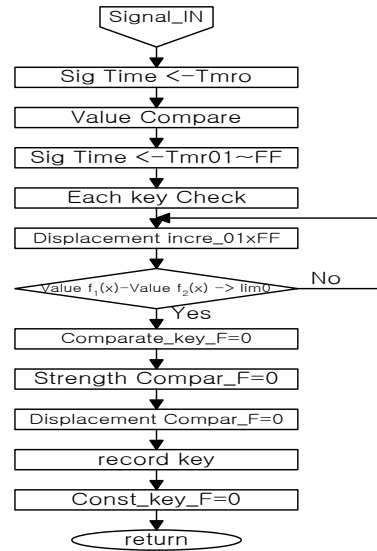


그림 9. 입력함수 시작단계  
Fig.9 Flow chart of Initial Input Function

4.5 인장변위에 따른 변위(Displacement) 최대치

곡선의 함수로 일정하게 진행되어진 곡선 변화를 강도 변위 차에 따른 값의 상태가 제로상태로 유지 되고 일정 변위가 진행되면 1차적으로 약간의 변화치가 발생되고 일정 시간 후 변위차의 변화가 없으나 강도 변화값이 갑자기 제로 상태로 떨어질 때 이점이 최대 변위에 따른 최대점이 유지되도록 하였다. 그림 10에서 강도 값의 변화와 최대치 발생단계 등 기능이 진행하도록 하는 단계이다.

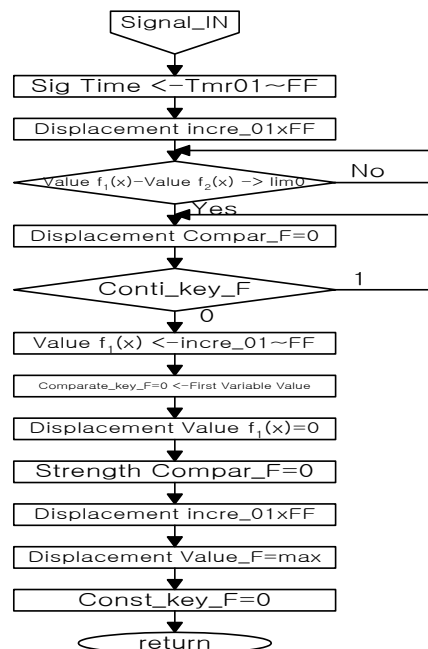


그림 10. 입력함수 시작단계  
Fig.10 Flow chart of Initial Input Function

## 5. 금속고정 시스템 하드웨어

### 5.1 시스템 하드웨어 구성

시스템의 하드웨어는 부하측정에 따른 비교 및 증폭부, A/D 변환부, Key 입력부, 전원부, Display 부, Printer 부, 제어처리부로 특성을 가지고 있다. 기계적인 압력에 따라 압력 부하 부분과 부하에 따른 일시 정시 시스템인 Interlocking 부분을 통하여 기계적인 부분의 시간에 따른 변화의 폭을 조절하도록 그림 11 설계하였다<sup>[16][17]</sup>.

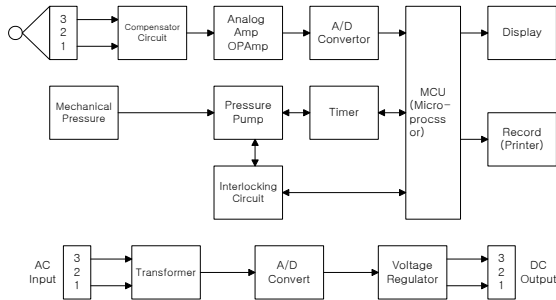


그림 11. 금속고정 시스템 하드웨어 블록도  
Fig.11 The Schematic diagram of Temperature Control System

### 5.2 하드웨어 시험 방법

금속판의 굴곡강성을 측정하기 위해 그림12에서 나타난 것 같이 장 플레이트의 대상으로 하중을 주었다. 금속판의 굴곡구조강성(Bending Structure stiffness)은 식(1)과 같이 계산하여 하중 값을 측정 하였고, h는 하중지름 거리이고, a는 중앙지름거리, K는 굴곡강성이다.

$$EIc = \frac{(2h + 3a)Kh^2}{12} \quad (1)$$

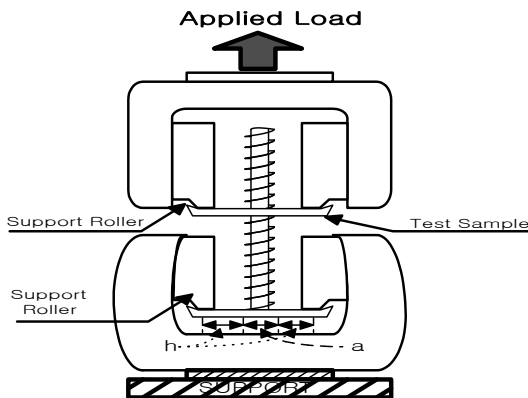


그림 12. 금속판의 굴곡구조 강성 시험  
Fig.12 Schematized diagram of the Bending Structure stiffness of Metallic Plate

## IV. 시스템 결과 및 분석

### 1. 시스템 특징

알고리즘으로 구성된 시스템에 적용할 수 있는 실험 도구는 두 가지 종류의 플레이트(Plate)를 사용하여 곡선의 특성과 변위에 따른 하중(Load) 값을 측정하였고, 측정 방법을 두 가지 형태로 결과를 분석하였다. 첫째는 Plate의 Φ13과 Φ18 각각의 인장곡선에 대한 최대 하중 값을 측정하였고, 둘째는 Φ13과 Φ18의 최대치에 대한 측정값을 비교 하였다.

### 2. 성능 비교 평가 환경

#### 2.1 플레이트(Φ13)의 결과곡선과 비교 분석

측정시스템에 적용하여 플레이트(Plate) Φ13을 측정 한 결과 최대치가 311N, 387N 이며, 표 1 와 표 2에서 나타난 것 같이 변위(Displacement)의 A점에서 하중이 견디는 시점은 274(N) 과 324(N)에서 포인트 P점에 대한 측정값으로 산출되었다. 위의 내용을 그림 13와 그림 14에서 확인할 수 있고, 이 시점이 0.2%의 상쇄변위(offset displacement) 시험 시 발생하는 금속판의 굴곡운동 값으로 결정되어 진다 .

표 1. 측정된 데이터(플레이트 Φ13 :최대치311N)  
Table. 1 Measured data(Plate Φ13: Max311N)

Displacement	Load (N)	Displacement	Load (N)	Displacement	Load (N)
0.1	2	1.8	264	3.5	311
0.2	33	1.9	268	3.6	311
0.3	64	2.0	274	3.7	311
0.4	87	2.1	279	3.8	311
0.5	110	2.2	282	3.9	311
0.6	140	2.3	288	4.0	311
0.7	157	2.4	290	4.1	311
0.8	172	2.5	294	4.2	311
0.9	187	2.6	302	4.3	311
1.0	198	2.7	304	4.4	311
1.1	210	2.8	306	4.5	311
1.2	220	2.9	308	4.6	311
1.3	228	3.0	309	4.7	311
1.4	240	3.1	309.5	4.8	311
1.5	246	3.2	310	4.9	311
1.6	252	3.3	310.5	5.0	311
1.7	258	3.4	311	5.1	311

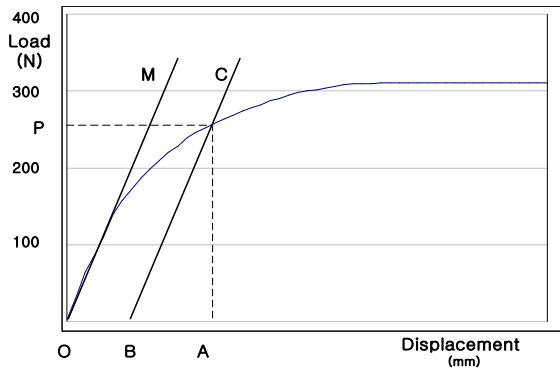


그림 13. 플레이트 Φ13 (최대치311N)의 굴곡곡선  
Fig.13 Schematized diagram of the Bending curve of Plate Φ13(Max311N)

표 2. 측정된 데이터(플레이트 Φ13 :최대치387N)  
Table. 2 Measured data(Plate Φ13: Max387N)

Displacement	Load (N)	Displacement	Load (N)	Displacement	Load (N)
0.1	4	1.8	334	3.5	376
0.2	51	1.9	340	3.6	378
0.3	85	2.0	344	3.7	380
0.4	140	2.1	349	3.8	383
0.5	162	2.2	353	3.9	384
0.6	188	2.3	358	4.0	385
0.7	203	2.4	363	4.1	386
0.8	235	2.5	368	4.2	386.5
0.9	248	2.6	370	4.3	387
1.0	259	2.7	372	4.4	387
1.1	269	2.8	376	4.5	387
1.2	280	2.9	378	4.6	387
1.3	290	3.0	380	4.7	387
1.4	300	3.1	383	4.8	387
1.5	309	3.2	384	4.9	387
1.6	317	3.3	385	5.0	387
1.7	324	3.4	386	5.1	387

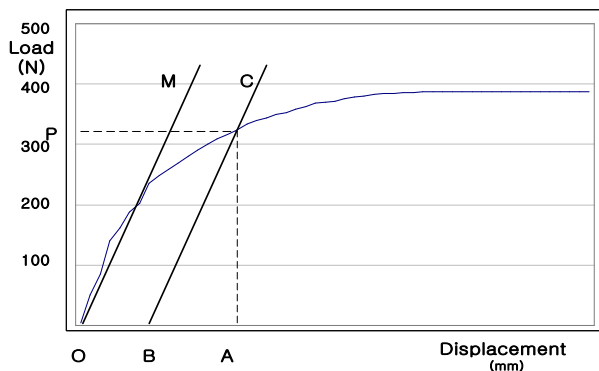


그림 14. 플레이트 Φ13 (최대치387N)의 굴곡곡선  
Fig.14 Schematized diagram of the Bending curve of Plate Φ13(Max394N)

## 2.2 플레이트(Φ18)의 결과곡선과 비교 분석

측정시스템에 적용하여 플레이트(Plate) Φ18을 측정 한 결과 최대치가 410N, 474N 이며, 표 3와 표 4에서 나타난 것 같이 변위(Displacement)의 A점에서 하중이 견디는 시점은 382(N) 과 394(N)에서 포인트 P점에 대한 측정값으로 산출되었다. 위의 내용을 그림 15와 그림 16에서 확인할 수 있고, 이 시점이 0.2%의 상쇄변위(offset displacement) 시험 시 발생하는 금속판의 굴곡운동 값으로 결정되어 진다.

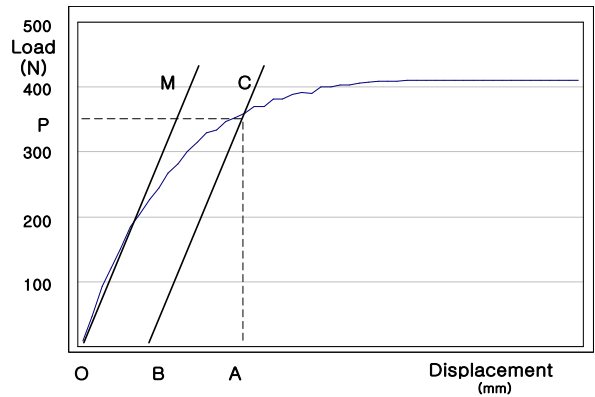


그림 15. 플레이트 Φ18 (최대치410N)의 굴곡곡선  
Fig.15 Schematized diagram of the Bending curve of Plate Φ18(Max410N)

표 3. 측정된 데이터(플레이트 Φ18 :최대치410N)  
Table. 3 Measured data(Plate Φ18: Max410N)

Displacement	Load (N)	Displacement	Load (N)	Displacement	Load (N)
0.1	8	1.8	360	3.5	410
0.2	46	1.9	370	3.6	410
0.3	92	2.0	382	3.7	410
0.4	122	2.1	382	3.8	410
0.5	151	2.2	389	3.9	410
0.6	185	2.3	391	4.0	410
0.7	204	2.4	390	4.1	410
0.8	227	2.5	400	4.2	410
0.9	244	2.6	401	4.3	410
1.0	267	2.7	403	4.4	410
1.1	282	2.8	403	4.5	410
1.2	300	2.9	406	4.6	410
1.3	315	3.0	408	4.7	410
1.4	330	3.1	408.5	4.8	410
1.5	334	3.2	409	4.9	410
1.6	347	3.3	409.5	5.0	410
1.7	353	3.4	410	5.1	410

표 4. 측정된 데이터(플레이트 Φ18 :최대치474N)  
Table. 4 Measured data(Plate Φ18: Max474N)

Displacement	Load (N)	Displacement	Load (N)	Displacement	Load (N)
0.1	13	1.8	404	3.5	474
0.2	76	1.9	412	3.6	474
0.3	136	2.0	420	3.7	474
0.4	165	2.1	428	3.8	474
0.5	200	2.2	432	3.9	474
0.6	220	2.3	440	4.0	474
0.7	248	2.4	446	4.1	474
0.8	271	2.5	450	4.2	474
0.9	284	2.6	455	4.3	474
1.0	305	2.7	460	4.4	474
1.1	320	2.8	464	4.5	474
1.2	337	2.9	468	4.6	474
1.3	347	3.0	470	4.7	474
1.4	362	3.1	472	4.8	474
1.5	378	3.2	472.5	4.9	474
1.6	386	3.3	473	5.0	474
1.7	394	3.4	473.5	5.1	474

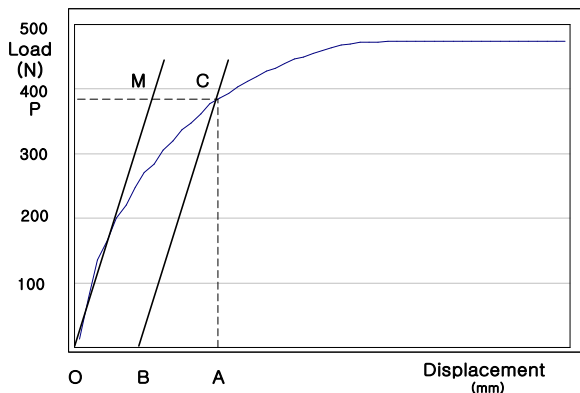


그림 16. 플레이트 Φ18 (최대치474N)의 굴곡곡선  
Fig.16 Schematized diagram of the Bending curve of Plate Φ18(Max474N)

2.3 플레이트(Φ13-Φ18)의 결과곡선과 비교분석

측정시스템에 적용하여 플레이트(Plate) Φ13-Φ18을 측정된 결과 최대치가 387N, 474N 이며, 표 5에서 나타난 것 같이 변위(Displacement)의 A점에서 하중이 건디는 시점은 324(N) 과 394(N)에서 포인트 P점에 대한 측정값으로 산출되었다. 위의 내용을그림 17에서 확인할 수 있고, 이 시점이 0.2%의 상쇄변위(offset displacement) 시험 시 발생하는 금속판의 굴곡운동 값으로 결정되어진다 .

표 5. 측정된 데이터(플레이트 Φ13-Φ18)  
Table. 5 Measured data(Plate Φ13-Φ18)

Displacement	Load (N) (Φ13)	Load (N) (Φ18)	Displacement	Load (N) (Φ13)	Load (N) (Φ18)	Displacement	Load (N) (Φ13)	Load (N) (Φ18)
0.1	4	13	1.8	334	404	3.5	376	474
0.2	51	76	1.9	340	412	3.6	378	474
0.3	85	136	2.0	344	420	3.7	380	474
0.4	140	165	2.1	349	428	3.8	383	474
0.5	162	200	2.2	353	432	3.9	384	474
0.6	188	220	2.3	358	440	4.0	385	474
0.7	203	248	2.4	363	446	4.1	386	474
0.8	235	271	2.5	368	450	4.2	386.5	474
0.9	248	284	2.6	370	455	4.3	387	474
1.0	259	305	2.7	372	460	4.4	387	474
1.1	269	320	2.8	376	464	4.5	387	474
1.2	280	337	2.9	378	468	4.6	387	474
1.3	290	347	3.0	380	470	4.7	387	474
1.4	300	362	3.1	383	472	4.8	387	474
1.5	309	378	3.2	384	472.5	4.9	387	474
1.6	317	386	3.3	385	473	5.0	387	474
1.7	324	394	3.4	386	473.5	5.1	387	474

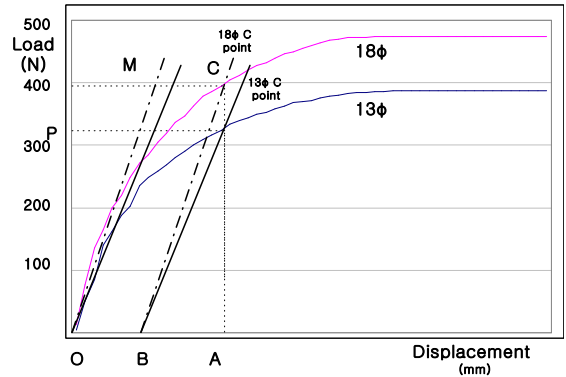


그림 17. 플레이트 Φ13-Φ18의 굴곡곡선  
Fig.17 Schematized diagram of the Bending curve of Plate Φ13-Φ18

3. 금속 고정 시스템 강도평가의 검증

골 고정용 금속판의 강도평가 알고리즘 구성하기 위해서는 굴곡강도와 강성은 ISO규격에 따라 결정할 수 있도록 주요 파라미터를 부하에 대한 변형의 관계로 정하였으며, 골절부분의 골강성의 연속성 및 강성을 일시적으로 복원할 수 있는 골절치유인 골 유합술을 이용하도록 한다.

대체적으로 압박의 양에 따라 중심에서 플레이트에 압박하는 힘은 311(N), 387(N), 410(N), 474(N)로 산출하였고, 플레이트(Plate) Φ13, 플레이트(Plate) Φ18, 플레이트(Plate) Φ13-Φ18에서 최대 압력에 대한 보존 량을 비교하여 압축의 가장 큰 량의 변화가 없는 상태를 최적으로 나타냈다.

변위(Displacement)에 따라 0.2%의 상쇄변위(offset



displacement)인 하중에 견디는 시점을 274(N), 324(N), 382(N), 394(N) 로 나타났고 이 시점이 시 발생하는 금속판의 굴곡운동 값으로 결정하였다 .

### V. 결 론

골 고정용 금속판의 강도평가 알고리즘 구성하기 위해서 굴곡강도와 강성을 평가하는 방법으로 ISO규격을 따라 결정하였고, 굴곡곡선의 최대 포인트 점인 0.2% 상쇄변위(offset displacement)에서 평형하게 접근 할 수 있는 포인트 P점에서 최대 하중에 부여하는 굴곡 점으로 적용하였다.

실험 결과내용을 분석하면 실험에 사용한 플레이트(Plate)는  $\Phi 13$ 와  $\Phi 18$ 이며, 강도평가의 알고리즘을 추론하기위해 플레이트  $\Phi 13$ ,  $\Phi 18$ ,  $\Phi 13$ - $\Phi 18$  사이의 비교를 하였으며, 플레이트에 압박하는 힘의 알고리즘을 산출한 결과 각 플레이트의 최대값이 311(N), 387(N), 410(N), 474(N)로 나타났고, 변위(Displacement)에 따라 0.2%의 상쇄변위(offset displacement)인 하중에 견디는 시점을 274(N), 324(N), 382(N), 394(N) 로 결과가 나타났으므로 이 시점을 금속판의 굴곡운동 값으로 결정하였다.

본 연구의 결과로 한 개의 축을 기준으로 발생하는 골 고정용 금속판의 알고리즘에서 두 개의 쌍과 비교하는 금속판 알고리즘의 설계가 진행될 예정이며, 강도 조절의 문제를 고려하여 형태의 변화 조절하여 구성할 수 있는 검증 시스템이 새로운 방법의 알고리즘이 형성될 것으로 추론할 수 있다.

### 참 고 문 헌

[1] Schatzker J, M.E. Muller-on his 80th Birthday. AO Dialogue, 11(1), pp.7-12. 1998.  
 [2] Bynum D Ledbetter WB, Boyd CL, Ray DR. Holding characteristics of fasteners in bone. Exp Mech, Vol 11, pp.363-369, 1971.  
 [3] Schatzker J, Anderson R, Murnahan P. The holding power of orthopaedic screws in vivo. Clin Orthop, Vol 108, pp.115-126, 1975.  
 [4] Perren S.M, Cordey J, The concept of

interfragmentary strain. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1980.  
 [5] Nunamaker DN, Perren SM. Force measurements in screw fixation. J Biomechanical, Vol 9, pp.669-675, 1976.  
 [6] Von Arx Ch. Schubübertragung durch Reibung bei Plattenosteosynthese. AO Bulletin, MD Thesis, Basel 1975.  
 [7] Annual Book of ASTM Standards, American Society of Testing and Materials, West Conshohocken, PA 19428, Vol 13.01, 2001.  
 [8] Ruedi T. P, Murphy W.M, AO Principle of Practure Management, 2nd ed., Theime Stuttgart • New York, 2000.  
 [9] Annual Book of ASTM Standards, American Society of Testing and Materials, West Conshohocken, PA 19428, Vol 03.01, 2001.  
 [10] ASTM Committee F-4 on Medical and Surgical Materials and Devices, Originally published as F 382-73, Last previous edition F 382-98a, Published December 1999.  
 [11] Ansell RH, Scales JT. A study of some factors which affect the strength of screws and their insertion and holding power in bone. J Biomech, Vol 1, pp.279-302, 1968 .  
 [12] S.M. Perren, J. Cordey, F. Baumgart, B. A. Rahn, J Schatzker, Technical and biomechanical aspects of screws used for bone surgery. International Journal of Orthopaedic Truma, Vol 2, pp.31-48, 1992.  
 [13] T.G. Beckwith & R.D. Marangoni, Mechanical Measurements(4th Ed.) pp.23-26, pp.571- 601, pp.611-628. 2000.  
 [14] Available from International Standards Organization, Rue de Varembe, Case Postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland. 2000.  
 [15] Available from America National Standards Institute, 11 W. 42nd St, New York, NY 10036. 2001.  
 [16] Cordey J, Widmer W, Rohner A, et al. , Dosierung des Drehmoments beim Einsetzen von Knochenschrauben. (Exper imen telle Studie an Kortikalisschrauben mit Hilfeelektronischer

Drehmomentschraubenzieher). Z Orthop, 115, pp.601-602. 1977.

[17] 황규섭, 센서활용기술, 기전 연구사, pp.405, 1989.

저자 소개

김 정 래(정회원)



- 1983.2 연세대학교 의용전자공학과 졸업
  - 현 재 : 을지대학교 보건과학대학 의료공학과 교수
- <관심분야 : 생체정보통신, 생체신호처리 등>

김 규 호(정회원)



- 경 력 : 광운대학교 전자계산학과 졸업(이학박사)
- 한국컴퓨터정보학회 이사
- 현 재 : 을지대학교 의료산업학부 의료진산학전공 교수

<관심분야 : USN, U-Healthcare, 임베디드시스템>

이 기 영(중신회원)



- 1984년 숭실대학교 전자계산학과학사 졸업.
- 1988년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사 졸업.
- 2005년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사 졸업
- 1984년~1991년 한국해양연구원 연구원

- 1996년~1998년 한국컴퓨터정보학회 이사 및 서울동부지회장
  - 2009년~현재 한국인터넷방송통신TV학회 협동이사
  - 1991년~현재 을지대학교 의료산업학부 부교수
- <관심분야 : 공간 데이터베이스, GIS, LBS, USN, 텔레매틱스 등>