

1. 압입시험

1.1 목적

구축 대상으로 선정된 표본에서 적출된 뼈의 피질골 부분의 물성 정보를 획득하기 위한 작업이다.

1.2 압입 시험 대상

'구축 대상 자료'에서 명시한 뼈, 남, 녀 골밀도 정도에 따라 각 표본 2구, 표본별 32개 뼈를 대상으로 하며, 대상 뼈에 아래 표와 같이 시험 영역을 구분하여 실시한다.

	표본 1 구당 부위별 시험 영역 수					표본수	총계	비고
	척추	넙다리뼈	엉덩이뼈	머리뼈	소계			
피질골	90	96	36	48	270	4	1,080	

* 각 부위별 시험 가능한 크기의 시험 영역 확보를 위해 총계 한도 내에서 표본 1 구당 부위별 시험

영역수와 표본수는 주관기관과 참여기관의 협의하에 변경될 수 있음

1.3 압입 시험편 제작(시험 영역 구분)

- (1) 시험 대상으로 선정된 뼈에서 압입 시험 영역의 구분은 참여기관 전문가의 조언에 따라 시험 영역을 분할한다.
- (2) 시험 영역의 분할 시 한개의 시험 영역당 10 회 시험이 수행되므로 반복 시험에 충분한 넓은 영역을 선정한다.
 - (2) 기타 상세 영역 분할은 전문가 검토결과("압입 시험 영역 분할 검토확인서")에 따라 영역을 분할한다.

1.4 압입 시험 시 주의사항

- (1) 정확한 시험 결과의 획득을 위해 압입자의 압입 방향과 시험 대상 영역의 표면이 수직을 이룬 상태에서 시험한다.
- (2) 시험시 시험 대상 뼈가 움직이지 않도록 시험용 지그를 사용하여 고정한 후 시험한다.

- (3) 시험이 시작되는 압입자의 위치는 시험 표면과 압입자가 이격된 상태에서 시험 표면쪽으로 압입자를 접근시켜 압입자의 하중이 가해지는 최초 지점을 기준으로 한다.
- (4) 다수의 예비시험을 통해 산출된 최적 시험 조건을 적용하여 시험한다.
- (5) 압입 시험은 1 개의 시험 영역당 10 곳의 위치에서 시험을 실시하여 자료 변환 공정을 거쳐 평균값을 제공한다.
- (6) 시험 영역당 10 곳의 시험 위치 선정은 전 시험 영역에 걸쳐 넓게 분포하도록 한다.
- (7) 시험결과 1,000 포인트 이상의 데이터가 획득되도록 Data Acquisition rate 를 설정한다.
기타 상세 압입 시험은 전문가 검토결과("압입 예비시험 검토확인서")에 따라 시험을 실한다.
- (8) 압입 시험기 및 소프트웨어의 운영
 - 1) 압입 시험기는 장비 제조사마다 운영 방법에 차이가 있어 반드시 작업 전 제조사 또는 판매사로부터 교육을 받은 후에 실시한다.
 - 2) 교육은 기계 작동법 및 소프트웨어 사용법에 대한 것이다.

2. 자료 변환

2.1 목적

압입, 압축 시험 결과 저장되는 결과 파일은 시험 장비 제조사의 고유 포맷과 범용 포맷인 텍스트 파일 형태의 결과가 저장된다. 범용 포맷인 텍스트 파일의 경우 불필요한 다수의 내용이 포함되어 있다. 자료변환 공정은 시험 결과가 저장된 텍스트 형식의 파일에서 물성 정보 DB 에 관련된 사항만을 추출하고, 추출된 시험 이력 데이터에서 탄성계수, 항복강도, 인장강도 등의 임계치를 추출하는 작업이다.

2.2 DB 구축대상 자료변환 포맷

다수의 불필요한 내용을 포함한 텍스트 파일을 정제된 텍스트 파일로 변환한다.

2.3 DB 구축대상 자료변환 프로그램 사용방법

자료변환 자동화 프로그램은 자체 제작 또는 범용 프로그램을 사용하여 변환한다.

3. 검수지침서

3.1 목적

물성 정보 구축을 위한 시험은 정확한 장비의 셋팅, 장비의 신뢰도 검증, 예비 시험을 통한 시험 조건의 설정, 설정된 시험 조건의 일관성 있는 적용 등 단계별로 정확한 검수가 이루어져야 고품질의 산출물을 만들 수 있다.

DB 구축공정에서 1, 2 차 검수, 주관사업자 검수, 주관기관 검수는 검수지침서의 검수세부내용에 준하여 실시한다.

3.2 압입 시험 검수

압입 시험 결과 산출된 물성 데이터는 다음의 검수항목에 의해 검수한다.

- (1) 하중 - 압입깊이 이력 곡선의 적합성 : 시험 결과 얻어지는 하중-압입깊이 이력 곡선은 하중 부하, 제거에 응답되는 형태를 나타내야 한다.
- (2) 시험 초기 하중과 종료시 하중값 : 시험 초기 하중이 부하되지 않은 상태에서는 최초 시험 시작 접촉력 이하의 하중값을 나타내야 하며, 시험 종료시 획득된 하중값은 0 에 근접한 값을 나타내야 한다.
- (3) 탄성계수 추출의 정확성 : 탄성 계수 값의 산정은 아래와 같은 방법으로 계산한다.

: Using initial slope of unloading curve reflecting elastic recovery of material

: Unloading curve can be expressed in a power law relation as

$$L = k(h - h_f)^m, \quad \text{where } m \text{ and } K = \text{fitting constants.}$$

$$S = \left(\frac{dL}{dh} \right)_{h=h_{\max}} = km(h_{\max} - h_f)^{m-1} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} E_r \sqrt{A_c},$$

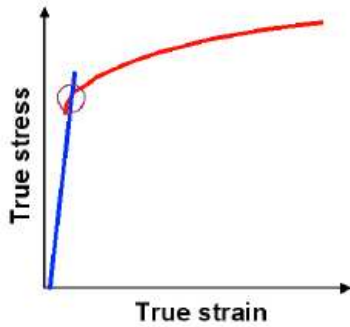
where

$$\frac{1}{E_r} = \frac{1 - \nu^2}{E} + \frac{1 - \nu_i^2}{E_i}$$

and subscript, *i* means indenter.

- (4) 항복강도 추출의 정확성 : 항복강도 값의 산정은 아래와 같은 방법으로 계산한다.

: using Intercept point of elastic line and plastic flow curve



$$K\varepsilon_y^n = E(\varepsilon_y - 0.002) \rightarrow \varepsilon_y \text{ determination}$$

$$\sigma_y = K(\varepsilon_y + b)^n$$

- (5) 극한강도 추출의 정확성 : 극한강도 값의 산정은 아래와 같은 방법으로 계산한다.

: Using the fact that tensile strain is same as work-hardening exponent

$$\sigma_{UTS} = Kn^n$$

- (6) 서비스용 하중-압입 깊이 시험 이력 데이터 파일

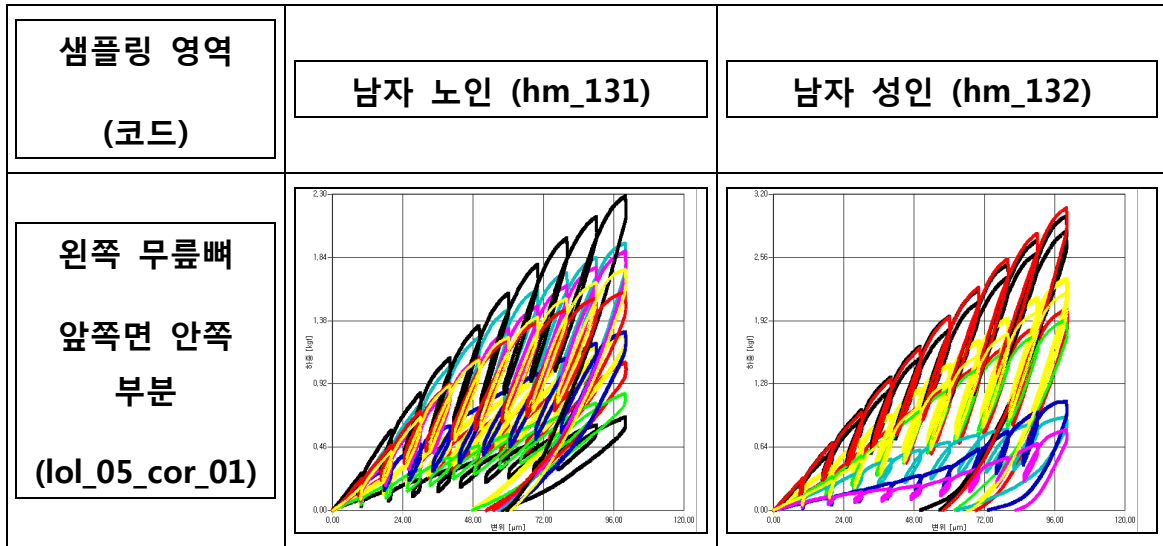
하중-압입 깊이 시험 이력 그래프를 작성하는 데이터 파일은 자료변환 공정을 거쳐 작성되며 다음과 같은 형식으로 작성되어야 하며, 저장되는 깊이, 하중 좌표값의 개수는 1,000 개 이상이어야 한다.

Depth	Load
0.01	1.1
0.02	1.2
0.03	2.1
~	
x.xx	0.002

- (7) 동일 시험 영역 내 시험 이력 곡선에 대한 패턴 검증

한 개 영역 시험으로 얻어진 10 개의 시험 이력 곡선을 한 개의 그래프에 표현하여 그 패턴을 확인한다.

예)



3.3 압입 시험 검사 결과 재현성 검증

시험을 통해 획득된 시험 결과의 신뢰성을 확보하기 위해 시험 대상 시신 1 구당 최소 1 개 영역 이상을 재시험 하고, 본 시험 결과와 재시험 결과를 비교하여 재현성 여부를 확인하며, 이를 재시험 결과서로 산출한다.

<재시험 결과서 양식>

시험 영역	시험수	탄성계수		항복강도		극한강도	
		본 시험	재현	본 시험	재현	본 시험	재현
오른쪽 정강뼈 관절옆면 4 번 영역	01	5.71	5.00	31.89	34.19	38.54	42.65
	02	4.75	5.97	20.84	41.78	48.75	57.28
	03	4.72	2.82	39.11	35.78	55.68	42.62
	04	2.82	3.40	55.85	33.23	67.05	43.46
	05	3.78	3.77	32.47	55.89	40.51	66.18

(hm_134 lol_08 cor_04)	06	2.73	5.06	39.43	52.78	47.67	59.52
	07	2.39	2.28	41.35	32.69	56.39	48.57
	09	4.33	3.51	55.43	40.91	58.43	53.30
	09	4.46	3.84	34.79	35.11	57.19	40.46
	10	2.27	3.10	33.90	32.38	40.85	36.68
	평균	3.79	3.87	38.51	39.47	51.11	49.07
	표준편차	1.18	1.14	10.67	8.50	9.35	9.60