

**Brief Report**

**AIS 2000의 주요 적용사례 요약**

Prepared by

**FRONTICS**

FAST & PRECISE SOLUTIONS FOR QUALITY & RELIABILITY

10<sup>th</sup> Floor, Baek-gwang Bldg., 874-9  
Bongchun10-dong, Kwanak-gu, Seoul 151-742, Korea

TEL : 82-2-884-8025 / FAX : 82-2-875-8018

**2003**

**AIS 2000 주요응용사례**

**1. 국내적용사례**

2000.12월부터 산업자원부 기술표준원 주도로 2년간 수행된 압입인장물성 기술 표준화 과정이 마무리되어, 2002년 12월 '[KS B0950;2002] 금속재료의 계장화 압입 시험법 - 압입인장물성평가' 규격이 제정되었습니다.

**1-1. 한국전력 전력연구원 및 한국 수력 원자력**

**1-1-1. 태안화력발전소 5,6호기 배관 압입인장시험**

대 상	재 질
Main Steam Line	A335-P91
Hot Reheater Line	A335-P91
Cold Reheater Line	A335-P12

용착금속, 용접열영향부, 모재부에 대해 강도평가  
 압입인장시험결과 Main Steam Line 교체용 신재의 강도가 82.7 kg/cm<sup>2</sup> 로서 PQR강도 106.12kg/cm<sup>2</sup> 에 비해 현저히 낮음을 파악. 실험실적 인장시험결과 압입인장시험 데이터 입증으로 확인되어 재료불량개선.

**1-1-2. 울산화력발전소 제 4호기 배관 압입인장시험**

대 상	재 질
Reheater Line	Din 10CrMo910

용착금속, 용접열영향부, 모재부에 대해 강도평가  
 수평배관의 측면과 저면, 수평배관과 수직배관의 절단부, 교체용 배관신재에 대하여 사용적합성평가 및 Pre-Qualification 실험수행.  
 수행결과 정상.

**1-1-3. 고리원전 보조냉각수 배관 압입인장시험**

대 상	재 질
보조 냉각수 배관	ASTMA106B(모재), AWS E7016(용착금속)

용착금속, 용접열영향부, 모재부에 대해 강도평가. 수행결과 정상.

1-1-4. 인천 영흥도 차세대 화력발전소 (건설중) 주요배관 압입인장시험

대 상	재 질
Main Steam Line	A335-P91
Hot Reheater Line	A335-P91
Cold Reheater Line	A335-P12

\* 전력연구원 단독수행으로 본사 데이터 미확보.

1-1-4. 요약

화력발전소의 고온운용 주요배관에 대하여 건설시의 Pre-Qualification, 운용 중의 사용적합성 평가에의 유용성이 검증되어, 발전소 건설시의 용접부 강도평가의 감리절차로 한국전력 자체 진행중.

1-1-5. 보령화력 발전소 터빈 로터의 열화도 및 안전진단 평가

대상: Turbine Rotor (22년간 사용)

재질: ASTM A470 C1.8

요약: Rotor 보수 시 안전성 평가 실시

1-2. 현대정유 #1 CDU Heater 열화도 평가

대 상	재 질
#1 CDU Heater	A335 P5, A335 P9, A335 P22, A106B, A374 TP 347H

42개소의 항복강도, 인장강도, 가공경화지수 측정을 통하여, 경년열화에 따라 (1)강도가 감소하는 경우에는 강도 저하와 가공경화지수(n)의 감소, (2)강도가 증가할 경우에는 가공경화지수의 감소 및 항복비 증가를 열화지표로 제시함.

- 1-3. 대전 한국기계연구원(KIMM) 알루미늄 합금 강도 평가**  
대상: 알루미늄 개발 합금의 강도 평가  
요약: Pure Al, 시효화 및 용체화에 따른 강도 평가 변화 추이 평가 병행
- 1-4. HK계 개질(Reformer) 튜브 시편 실험**
- 1-5. LG Caltex Vacuum Heater 열화도 평가**  
대상: Vacuum Heater Asphalt (사용기간 30년 / 대상물 사용 온도 930℃)  
요약: radiant 부위 / 내·외부 coke 및 pit 현상 유·무 확인
- 1-6. 한국도로공사 고속도로 안전도 평가(화재 사고)**  
대상: 교량의 사고 현장  
재질: 용접 구조용강 [SM490~SM520]  
요약: 화재사고로 인한 대상물 안전성 평가 [Reference test 병행]
- 1-7. 삼성코닝정밀유리 백금-로듐 합금의 인장물성 평가**  
대상: 정밀 유리 생산 공정 시 사용하는 백금 박판  
재질: Platinum-Rhodium Alloy [thickness: 1.0t]  
요약: 생산공정 재료의 물성평가
- 1-8. 한국전력주식회사 용접형태에 따른 인장물성 평가**  
대상: 용접접합 형태에 따른 인장물성평가  
재질: SA106 Gr. B (base metal) / E7016 (weld metal)  
요약: 용접 시편의 인장물성 평가 [Weld/HAZ/Base]
- 1-9. 삼성중공업 선박구조물의 안전도 평가**  
대상: 열연판 및 후판 (해양구조물강 C-Mn강판)  
재질: API 2W-50A/ AZ/ B (해양 구조용강: TMCP강재)  
요약: 선박 제조 이상 공정에 따른 안정성 평가
- 1-10. POSCO 생산 개발한 재료의 방향성 물성 평가**  
대상: 개발 생산한 Pipeline  
재질: API 5L [API Xxx]  
요약: 재료 길이 및 두께 방향에 따른 물성 평가

## 2. 해외적용사례

2002년 12월 제정된 '[KS B0950; 2002] 금속재료의 계장화 압입 시험법 - 압입인장 물성평가' 규격은 산업자원부 기술표준원에 의하여 2003년 ISO 14577 Instrumented Indentation 에 압입인장물성평가법으로 제안된 상태입니다.

### 2-1. GE Power Systems (구 PII Group)

2000년 10월, 미국의 새로운 연방법규(federal regulation)로서 미국내에 존재하는 모든 수송배관의 물성을 주기적으로 검사하여 물성표를 강제적으로 구비하게 하는 법규가 미국 교통부(DOT, Department of Transportation)에 의해 제정됨으로써 배관의 물성을 비파괴적으로 평가할 수 있는 기술이 시급히 요구되게 되었습니다. 본 연방법규는 모든 수송배관에 해당되는 것으로서 예를 들어 가스 배관에 대한 규정 (PART 192--TRANSPORTATION OF NATURAL AND OTHER GAS BY PIPELINE: MINIMUM FEDERAL SAFETY STANDARDS)의 관련내용(Section 192.107 등)일부를 요약하면 다음과 같습니다.

- Each length (joint) of pipe installed in a pipeline be documented as to the "grade" of steel used in the making of the joint of pipe.
- Given the pipeline owners five years to bring their records into compliance
- Should a pipeline contain one or more undocumented pipe joints, the pipeline be operated at pressure assuming the pipe grade is 24,000 psi

이러한 요구사항에 대처할 수 있는 기술로서 저희 AIS 2000이 선정되어 이에 따라 demonstration을 요청, 수행하게 되었습니다.

### 2-1-1. Houston In-house (실험실) 데모

대상: 수송배관용 API X42, X60, X70 절단 pipeline 3종  
 항복강도와 인장강도 측정결과 Mill Data와 5% 이내의 오차범위로 성능검증

\* GE 사의 요구에 따라 시험결과 전체를 공개하지 못함을 양해 바랍니다.

Table. Results from the AIS tests on API X60 pipeline steel.

AIS 2000 Measurement (MPa)		Mill Data (MPa)		Deviation	
항복강도	인장강도	항복강도	인장강도	항복강도	인장강도
469.5	612.9	475.0	615.0	-1.1%	-0.4%
486.7	645.3			+2.5%	+4.9%
499.8	614.3			+5.2%	-0.2%

### 2-1-2. Mexico In-field (현장) 데모

대상: LPG, LNG 수송용 매설배관 10개소, 노출배관 2개소

경쟁사인 미국 A사 장비와 1:1 비교실험진행으로 데이터의 신뢰성과 현장 이용편의성 검증. (미국 A사 시험은 지금까지 사용해온 고객사에서 직접 운영함)

본사 AIS2000 12개소 수행완료, A사 장비 부착 및 성능이상으로 6개소 수행.

본사 AIS2000 1개소 평균수행시간 30분, A사 장비 1개소 평균수행시간 75분.

데이터의 정확성 및 이용편의성 측면에서 본사 AIS2000 성능 검증되어, 수송배관 강도평가의 검사장비로 활용 계기 마련함.

### 2-2-1. 일본 Tokyo Gas 데모 수행

High Grade Pipeline 개발 및 응용 일본 국가 과제의 일환으로 Tokyo Gas의 High Grade API 강재를 대상으로 Yokohama 데모 수행

### 2-2-2. 일본 NKK Corp. (현 JFE그룹)

NKK Corp. 의 연구소에서 관련기술 발표 및 레이저 용접시편의 테스트 수행

**2-2-3. 일본 Himeji Institute of Technology**

대상: 마찰조건 및 시간에 따른 용접 물성 평가

재료: S35C, S55C

요약: 다양한 마찰 조건과 시편의 모양 (6가지 모양과 조건 동시 병행)

**2-2-4. 일본 Osaka University**

대상: 레이저 용접 시편

재료: S35C, S55C

요약: 용접 두께 방향 및 열영향부의 물성 평가 병행

**2-2-5. Swiss Paul Scherrer Institut & Osaka University 등의 여러 차례의**

시편 실험 및 데모 수행