

부식 및 Creep특성실험 데이터베이스 시스템 구축

Developing of Corrosion and Creep Property Test Database System

박수진, 전인, 김정수, 류우석
한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

부식 및 Creep특성실험 통하여 산출되는 자료들을 데이터베이스를 구축하였는데 2001년 이후 구축된 인장특성, 충격특성, 피로특성실험 및 향후 개발될 나머지 특성 실험 데이터베이스들과의 자료 및 응용프로그램이 공유되도록 설계하였다. 부식 및 Creep특성실험 데이터베이스 개발함으로써 새로운 실험을 수행할 경우 필요한 기초 자료를 손쉽게 데이터베이스로부터 얻을 수 있고, 결과 치를 서로 비교할 수 있어 양질의 결과를 생산할 수 있다. 데이터베이스를 구축하려면 개발 분야를 세밀하게 분석하고 설계함으로써 고객들의 다양한 요구에 양질의 자료를 제공할 수 있다. 이 논문에서는 부식 및 Creep특성실험 데이터베이스를 개발하기 위해서 수행되었던 분석/설계 및 인터넷기반 개발과정에 관하여 기술하였다.

Abstract

The corrosion and creep characteristics database systems were constructed using the data produced from corrosion and creep test and designed to hold in common the data and programs of tensile, impact, fatigue characteristics database that was constructed since 2001 and others characteristics databases that will be constructed in future. We can easily get the basic data from the corrosion and creep characteristics database systems when we prepare the new experiment and can produce high quality result by compare the previous test result. The development part must be analysis and design more specific to construct the database and after that, we can offer the best quality to customers various requirements. In this thesis, we describe the procedure about analysis, design and development of the impact and fatigue characteristics database systems developed by internet method using jsp(Java Server pages) tool.

1. 서론

실험실에서 산출되는 각종 실험 자료는 논문을 통하여 발표되면 대부분의 경우 연구원들이 제각각 보관하고 있어 자료들이 사장되고 있으며 심지어는 분실되기도 한다. 많은 돈과 시간이 투자된 귀중한 실험 자료를 여러 사람들이 활용함으로써 실험 자료의 활용도를 향상시키고 새로운 분야의 연구의 시도할 경우에 기초 자료로 활용할 수 있어 시간과 노력을 절약할 수 있다. 자료의 활용도를 높이는 방법으로 데이터베이스를 구축하고 인터넷을 통하여 공개함으로써 관심이 있는 모든 고객들이 자유롭게 검색하고 필요한 자료를 얻을 수 있다. 부식 및 Creep특성 실험을 통하여 얻어진 실험결과 자료를 관리할 수 있는 데이터베이스를 구축하였는데 데이터베이스 시스템을 개발하기 위해서 거쳐야 되는 여러 단계의 작업들이 있는데 첫째 고객들의 요구사항이 무엇인지 정확하게 파악하여 시스템의 목적을 확실히 하고, 둘째 실험결과의 객관성을 높이기 위해 표준화된 양식에 따라 자료를 정리하고 사용되는 용어의 표준화를 하여야 하며 산출된 수치 값의 단위 표준화가 이루어져야 한다. 셋째 작업으로 실험 자료의 표준화가 이루어지면 이를 근거로 실제 자료를 보관할 데이터베이스 시스템을 분석 및 설계 작업을 실시하는데 이 작업은 고객들이 요구할 가능성이 있는 모든 자료를 수용하고 있어야 하기 때문에 가능하면 많은 자료를 수용할 수 있도록 설계하여야 한다. 넷째 작업은 고객들이 직접 눈으로 볼 수 있는 응용프로그램들의 전체적인 구성을 설계하는데 이 작업은 고객들의 데이터베이스 활용에 직접 영향을 미치는 부분이다. 다섯째 작업으로 설계된 DB 부분과 응용프로그램 사이에 상호비교를 하여 상호간에 누락된 부분이 없이 고객의 요구사항이 반영되었는지 확인한다. 여섯째 검증된 분석/설계에 근거하여 데이터베이스와 응용프로그램을 개발한다. 이 과정에서는 분석/설계 단계에서 누락된 부분들이 나타날 수 있으며 이런 부분들은 분석/설계를 변경하여 반영한다. 일곱째 개발이 끝나면 실제 자료를 입력하고 요구사항들이 제대로 반영되었는지 테스트하고 부적합한 부분을 수정한다. 마지막 단계로 정상운영에 들어가는데 이 단계에서도 시스템의 이상 유무를 주시하여야 한다. 위의 여러 단계 작업을 착실하게 수행하여 현재 인장특성 데이터베이스는 사용자에게 서비스되고 있다.

2. 요구분석

앞서 언급하였듯이 연구원들은 많은 시간과 노력을 투자하여 실험을 수행하는데 여기서 얻어지는 실험 자료들은 매우 값진 지적자산으로 산업경쟁력에도 영향을 미칠 수 있으며 다양한 산업분야에 활용될 수 있다. 그러나 현재 이들 대부분 자료는 논문이나 보고서로 발표되고 나면 연구원들은 새로운 연구에 매달리게 되어 관리에 신경을 쓰지 못하는 실정이다. 실험 자료의 관리도 체계적으로 이루어지지 않고 각자 보관하다보니 여러 가지 이유로 손실이 되는 경우가 있으며, 실험 자료의 공유

가 이루어지지 못하여 자료의 획득에 많은 시간과 노력이 요구된다. 이는 여러 가지 측면에서 엄청난 손실이며 연구원들의 연구생산성을 저하시키는 요인이다. 실험 자료의 효율적인 관리와 활용성의 증대를 위하여 고객들의 요구들은 다음과 같다.

- 실험 자료의 공동관리
- 실험자료 및 관련 자료들의 손쉬운 획득
- 위의 작업을 위한 연구원들의 작업 최소화
- 국내외 연관 연구원들에게 실험 자료를 제공함으로써 상호간의 교류와 시너지 효과 산출
- 국내외 홍보 효과

3. 부식 및 Creep특성 실험 자료의 표준화 작업

부식 및 Creep특성 실험결과를 객관적인 관점에서 정리하기 위해서 표준화된 양식인 부식특성 data-sheet와 creep특성 data-sheet를 개발하고 실험 자료들을 각 data-sheet에 따라 정리하고 향후 수행될 모든 부식 및 Creep특성실험에 대하여 각 data-sheet양식에 따라 정리된 실험결과를 제출하도록 원칙을 정하였다. 또한 표준화된 양식에 사용되는 모든 용어는 연관 학회에서 정의하고 있는 표준용어를 사용하도록 하고 수치 값들의 단위들도 통일하면 특성실험 결과를 이해하는데 도움이 된다. 우리연구소 원자력재료기술개발연구팀에서는 구성들의 합의로 표준화된 부식 및 Creep특성 실험 자료를 정리할 수 있는 표준화된 Data-sheet를 개발하였다. 부식특성실험은 시편의 모양에 따라 시편정보가 다르고 실험방법에 따라 서로 다양한 실험결과를 얻을 수 있다. 또한 실험에 사용되는 다양한 용제 및 복잡한 실험절차에 따라 실험을 수행하기 때문에 일관된 자료의 정리가 매우 복잡하다. 또한 기존에 개발된 인장특성 등은 동일한 시편(소재정보, 시편정보 동일, 논리시편으로 통칭)정보와 동일한 실험방법 하에서 하나의 실험변수(주로 실험온도)로 하나의 결과자료 형식을 가졌다. 그러나 부식특성은 동일한 정보를 가지는 시편이 없고 실험변수 또한 다수가 있어 표준화된 양식의 data-sheet를 결정하는 것이 어려웠다. 이런 문제를 해결하기 위하여 하나의 data-sheet에 다수의 논리시편 및 다양한 실험변수와 실험형태로 실시된 부식특성을 같이 수용할 수 있도록 data-sheet의 형식으로 변경하여 작성자의 불편함을 줄였다. 변경된 data-sheet는 다양한 시편정보를 수용하기 위하여 필요한 table에 필드에 추가하였고 시편형상을 5가지(u-bend, c-ring, plate, cylinder, others)로 한정하였고, 실험형태도 5가지(u-bend, c-ring, ssrt, corrosion, others)로 제한하였다. 실험결과 자료는 실험형태에 따라 5가지의 서로 다른 형식을 가진다. 개발된 부식 및 Creep특성 Data-sheet는 각각 문서번호를 부여하고 적절한 확인절차를 거쳐 별도로 관리되며 부식 및 Creep특성

Data-sheet를 기반으로 부식 및 Creep특성 데이터베이스 시스템을 개발하고 입력하였다. 기존에 실시되었던 부식 및 Creep특성 실험 자료들도 표준 Data-sheet에 따라 재정리 작업을 수행하였다.

4. 데이터베이스 분석 및 설계

표준화된 부식 및 Creep특성 Data-sheet를 근거로 부식 및 Creep 데이터베이스를 설계 작업을 수행하였는데 표준화된 각 Data-sheet를 보면 자료를 다음과 같이 크게 4개의 범주로 분류된다.

- 소재에 관한 자료
- 시편에 관한 자료
- 실험조건/결과 및 개요에 관한 자료
- Data-sheet에 관한 자료

* 소재에 관한 자료

소재에 관련된 자료에는 소재의 제조에 관련된 일반적인 자료 즉 형태, 재료규격, 제조업자, 등과 제조공정에 관련된 정보, 화학조성에 관련된 정보, 재료의 미세조직에 관련된 정보 등으로 구성되어 있다. 제조공정 정보에는 용해방법에 관한 자료, 압연에 관한 자료, 열처리에 관한 자료, 재료의 규격에 관한 자료 등이 있다. 화학조성에 관한 자료에는 분석방법에 관한 자료, 19개의 원소들에 관한 자료 등과 19개 원소를 제외한 나머지 원소는 기타 원소를 기록하도록 하였다. 소재의 미세조직에 관한 자료에는 분석방법 phase에 관한 자료, grain 크기와 사진 자료들로 구성되어 있다. 특히 사진도 데이터베이스에 같이 보관하여 추후에 자료를 검색하는 연구원들 이해를 돕기로 하였다.

* 시편에 관한 자료

하나의 소재에서 다수의 시편들이 생산될 수 있고 각각 시편들은 각기 다른 방법으로 시편가공과정을 거쳐서 하나의 최종 실험시편이 완성된다. 연구원들은 다수의 시편들은 동일한 소재와 동일한 시편 가공공정을 거쳐 가공하고 실험조건만을 달리하는 다수의 실험을 동시에 실시한다. 이런 경우 다수의 시편을 논리적으로 하나의 시편으로 분류하여 시편번호를 부여하는 방법이 있고, 실제로 시편하나마다 각각 시편번호를 부여하는 방법이 있다. 전자의 경우에는 동일한 시편에 관한 자료가 중복되지 않으므로 Data-sheet 작성 및 데이터베이스에 자료입력 및 관리가 간편하나 실제 시편번호 하나에 다수의 실제 시편이 있어 실험시편번호와 실제의 시편번호를 일치시키는 과정을 거쳐 해결할 수 있다. 후자의 경우에는 실제의 시편번호와 데이터베이스 상의 시편번호가 일치하는 장점은 있으나 자료정리 및 데이터베

이스에 자료입력 및 관리가 매우 어렵고 복잡하다. 그래서 원자력재료기술개발팀에서는 전자를 기준으로 삼았다. 시편자료에는 시편의 조사관련 자료, 형상에 관한 자료, 용접에 관한 자료, 열처리 관련 자료, 시편 미세 조직에 관한 자료 등으로 구성되어 있다. 부식특성실험에서는 실험조건이 여러 종류이고 복잡하여 하나의 시편으로 하나의 실험만이 실시되고 있다.

* 실험조건/결과에 관한 자료

실험은 여러 가지 조건 변수 하에서 이루어진다. 실제의 실험 조건을 자세히 기술함으로써 실험에 객관성을 부여받을 수 있다. 시편에 관한 자료에 기술하였듯이 논리적으로 동일한 시편번호를 부여받은 다수의 시편을 갖고서 주로 온도의 변수를 달리하여 동시에 다수의 실험을 실시한다. 이 때 하나 하나의 실험에 대하여 각각의 실험번호를 부여하면 실험 조건과 실험결과를 관리할 수 있다. 부식특성실험에는 사용되는 용매 및 실험방법에 따라 다수의 서로 다른 실험결과 값을 얻게 되는데 관리의 편의성을 위하여 실험방법을 5가지(u-bend, c-ring, ssrt, corrosion, others)로 제한하였다. 실험결과 자료는 실험방법에 따라 5가지의 서로 다른 형식을 가진다. 실험조건/결과에 관한 자료에는 실험조건변수에 관한 자료, 실험결과에 관한 자료, 전반적인 실험개요 및 참고자료로 구성되어 있다.

* Data-sheet에 관한 자료

Data-sheet는 통상적으로 하나의 시편에 대하여 1부씩 발급된다. Data-sheet에는 문서번호가 부여되며 소책자로 발급되어 보관 및 내외에 배포된다. Data-sheet는 Excel 파일로 작성되며 소책자 제출 시에 파일도 동시에 제출된다. 제출된 data-sheet에 관련된 모든 자료 및 excel 파일은 데이터베이스로 저장되어 관리된다.

원자력 재료물성 데이터베이스시스템 개발의 출발점으로 2001년에 인장특성 데이터베이스를, 2002년에 충격 및 피로특성 데이터베이스를 개발하여 운영 중에 있다. 이번에 부식 및 creep특성 데이터베이스를 개발하여 운영하게 되었다. 앞에서 각 data-sheet의 4가지 범부로 자료를 분류하였는데 이중 공통으로 사용되는 자료(소재에 관한 자료, 실험개요 자료, data-sheet 관련자료, 기타 코드 자료)와 각 특성실험마다 개별적으로 사용되는 자료(시편관련 정보, 실험조건/결과관련 정보)로 분류된다. 데이터베이스 분석/설계 작업은 CASE(Computer Added Software Engineer) 도구를 사용하여 ERD(Entity Relationship Diagram)를 작성하였는데 이를 근거로 추후 데이터베이스 구축작업에 필요한 source code를 산출할 수 있다. 인장, 충격, 피로, 부식, creep특성 데이터베이스의 설계 작업의 산출물인 ERD는 Fig. 1과 같다.

5. 응용프로그램 분석/설계

응용프로그램의 분석/설계는 데이터베이스에 저장되어 있는 자료를 사용자들이 편리하게 검색하고 관리할 수 있는 프로그램을 개발하기 위한 첫 단계이다. 응용프로그램에는 크게 내부적으로 사용될 자료관리용 프로그램과 외부 사용자들이 사용하는 자료검색용 프로그램으로 분류된다. 자료관리용 프로그램은 관리자의 편의성을 고려하여 자료의 영역별로 자료를 일관성 있게 관리할 수 있도록 설계하였는데 소재관련 자료 관리용 모듈, 시편관련 자료 관리용 모듈, 실험개요 및 참고문헌 자료관리용 모듈, 실험관련 자료 관리용 모듈, Data-sheet 관리용 모듈로 구성되어 있다. 자료검색용 프로그램은 고객들이 첫 화면을 4개의 주제별로 접근 가능하게 구성하였는데 일반 자료출력과 다양한 조건검색을 하나의 모듈에 이루어지도록 설계하였다. 또한 4개의 모듈은 상호 연계되어 고객들이 간단하게 원하는 자료를 얻을 수 있게 설계하였다. 자료검색용 프로그램은 소재자료에서 관련된 시편 및 실험관련 정보를 순차적으로 검색할 수 있는 일반검색모듈과 다수의 조건을 복합조건을 부여하여 원하는 자료를 검색할 수 있는 복합검색모듈로 구성되어 있다. 또한 기존에 개발된 인장, 피로, 충격특성 응용프로그램과의 연계성을 고려하여야 하는데 데이터베이스 설계에서와 마찬가지로 공통으로 사용되는 자료(소재에 관한 자료, 실험개요 자료, data-sheet 관련자료, 기타 코드 자료)와 각 특성실험마다 개별적으로 사용되는 자료(시편관련 정보, 실험조건/결과관련 정보)로 분류된다. 응용프로그램의 분석/설계 산출물은 FHD(Function Hierarchy Diagram)으로 작성되고 Fig. 2와 같다.

6. 데이터베이스와 응용프로그램과의 상호 검증

분석/설계된 데이터베이스와 응용프로그램과는 강력한 상호 연관관계가 있으며 상호 누락된 부분이 있는지 확인할 수 있다. 데이터베이스와 응용프로그램은 각각 분리되어 분석/설계됨으로써 종종 누락되는 경우가 발생할 수 있으며 Entity와 Function을 cross check함으로써 검증을 수행하였다.

7. 데이터베이스 구축

데이터베이스 관리시스템은 Oracle사의 Oracle 9i DB를 사용하였다. 원전재료종합DB 시스템은 DB서버와 응용프로그램이 탑재된 서버로 분리 구성되었다. DB서버는 연구소 방화벽 내부의 보안망에 존재하여 자료의 손실가능성을 예방하였으며 Web 서버는 외부사용자의 사용을 위하여 방화벽 외부의 공개망에 존재하는데 여기에는 단지 응용프로그램만 탑재되어 있다.

7. 응용프로그램 구축

원전재료종합DB 시스템의 사용자들은 관리자, 내부사용자, 외부사용자로 구분되는데 모든 사용자들에게 가장 편리하고 경제적으로 서비스를 제공할 수 있는 방식은 Internet를 이용하는 것이다. 따라서 응용프로그램 서버는 Web 서버로 구성되고 방화벽 밖인 공개망에 존재한다. 사용된 Web 서버는 Oracle사의 oracle 9iAS(Internet Application Server)이며 응용프로그램은 JSP(Java Server Pages)를 사용하여 구축하였는데 공통으로 사용되는 프로그램 77본이며, 인장특성용 83본, 피로특성 84본, 충격특성 86본, 부식특성 106본, creep특성 83본이다. 응용프로그램은 크게 관리자들이 사용하는 자료관리용 프로그램과 일반사용자들이 사용하는 검색용 프로그램으로 구성되어 있다. 자료관리용 응용프로그램은 재료정보에서 시편정보, 실험정보 순으로 정보를 접근할 수 있도록 구성하였으며 일반사용자들은 볼 수 없다. 검색용 응용프로그램은 DB출력과 복합검색용 구성되었는데 DB출력은 소재정보 화면에서 원하는 조건을 입력하여 해당하는 소재정보를 검색하고 검색된 소재로 제작된 시편정보 화면으로 이동하여 원하는 조건 및 시편을 선택하여 실험결과 화면으로 이동하여 결과정보를 검색할 수 있다. 각각의 정보화면에서 세부정보를 볼 수 있도록 구성하였다. 복합검색은 소재조건, 시편조건, 실험조건을 동시에 입력하여 해당 정보를 검색하고 출력된 자료에 대한 세부정보를 볼 수 있도록 구성하였다. Fig. 3은 DB출력에서 부식특성 실험결과 화면이고 Fig. 4는 creep특성 실험결과 화면이다.

8. 결과 및 토의

팀원들의 도움으로 인장, 충격, 피로, 부식 및 creep특성 DB시스템을 성공리에 구축하여 운영 중에 있다. 현재까지 입력된 인장특성 data-sheet는 148건이며 특성실험은 708건이 입력되었고 충격특성 data-sheet는 171건이며 특성실험은 2533건이 입력, 피로특성 data-sheet는 6건이며 특성실험은 69건이 입력되었다. 그리고 금번에 개발된 부식특성 data-sheet는 13건과 특성실험 21건이 입력되었고, creep특성 data-sheet는 5건과 특성실험 15건이 입력되었다. 이제 인장특성DB, 충격특성 및 피로특성 DB 시스템에 이어 부식특성, creep특성 DB시스템이 원자력기술개발팀의 특성실험 자료만으로 데이터베이스를 구축하였고 서비스는 국내에는 일반사용자들에게도 제공된다. 원전재료종합DB를 이용하려면 반드시 고객등록을 하여야 하는데 등록을 요청하면 거의 대부분은 등록될 것이다. 많은 사용자들을 유치할 수 있는 유일한 방법은 많은 자료를 확보하여 사용자들의 요구사항에 적절하게 부응하는 것이다. 이 작업은 어느 몇 사람의 노력으로는 불가능하고 다수의 연구원들이 열심히 실험하고 결과들을 빠짐없이 표준양식에 의거하여 자료를 정리하여 제출하는 것이다. 아직은 국내의 다른 연구기관이나 학교와의 실험자료 공유 및 제공 요청이 없

는 실정이지만 추후 관심이 있는 기관과의 협력이 요구된다. 추후 외부기관과도 상호자료를 공유하여 더 많은 자료를 확보할 예정이며 비록 원자력연구소에 근무하지 않은 외부 연구원들도 자료의 수록을 원하시면 언제든지 환영할 것이다. 많은 시간과 노력을 투자하여 얻은 귀중한 자료를 여러 사람들이 공유하고 사용하면 국가의 산업발전에 이바지하는 것이다. 응용프로그램 분석/설계 작업은 IAEA 재료데이터베이스와 JAERI의 재료 데이터베이스의 검색화면을 참조하였고 문제점을 최대한 보완하여 개발하였다. 그러나 최상의 시스템은 없으며 불편사항이나 건의사항은 언제든지 환영할 것이며 계속 유지/보수할 예정이다.

결 론

원전재료종합DB시스템 구축의 핵심작업인 원전재료물성DB 구축을 위한 첫 번째 작업인 인장특성DB를 구축한 이래 충격, 피로특성 DB시스템을 하였고 금번에 부식특성 및 creep특성 DB시스템을 개발하였다. 향후 2년 동안 4개의 원전재료특성 실험에 관련된 데이터베이스가 구축될 예정이다. 원전재료종합DB시스템의 생사에 가장 중요한 요인은 관련된 많은 사람들이 풍부한 자료들을 산출하고 예정과 관심을 갖고 충고와 이용을 하면 주면 더욱 훌륭한 데이터베이스로 발전할 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는 과학기술부에서 시행한 원자력연구개발 중장기사업 중 고온강도 평가 및 신재료 기술개발과제에서 수행한 결과의 일부분입니다.

참 고 문 헌

1. 한국원자력학회 2002년도 춘계학술발표회 : Developing the Tensile Property Database System
2. 한국원자력학회 2003년도 춘계학술발표회 : Developing the Impact and Fatigue Property Database System
3. Oracle : A guide to system modeling.
4. Oracle : A guide to system design.
5. Oracle : A guide to process modeling.
6. Oracle : Oracle 9i database manual.
7. Oracle : Oracle 9iAS manual.

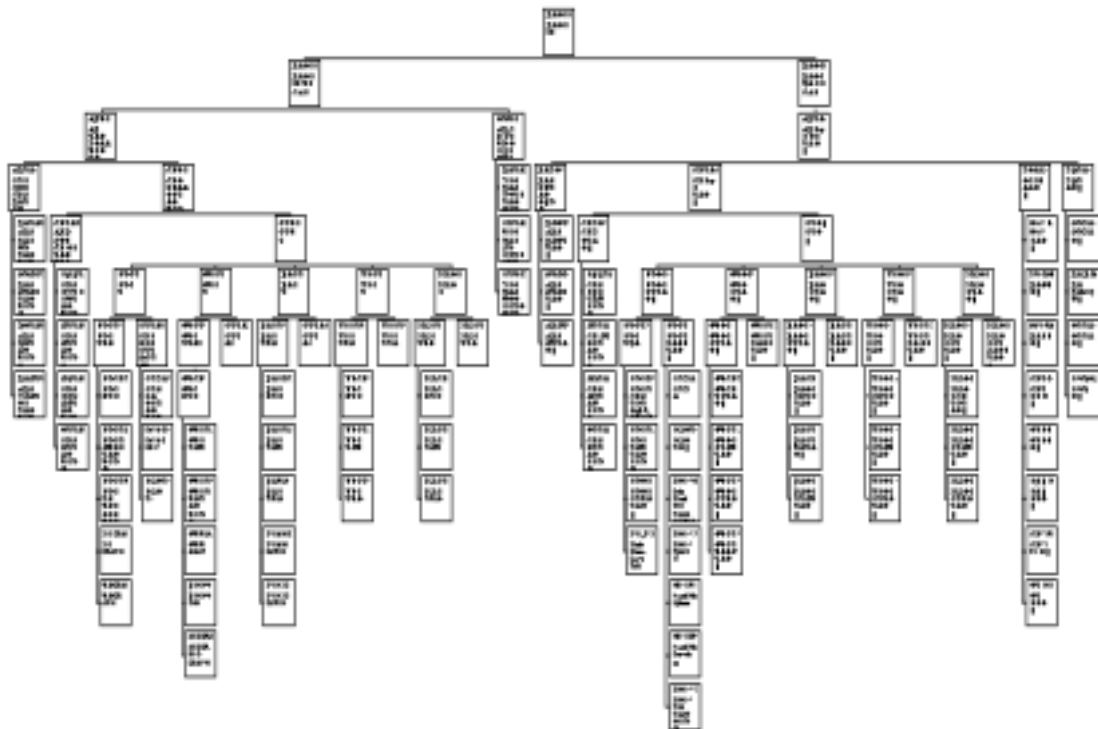


Fig. 2. 원전물성 DB시스템의 FHD(Function Hierarchy Diagram).

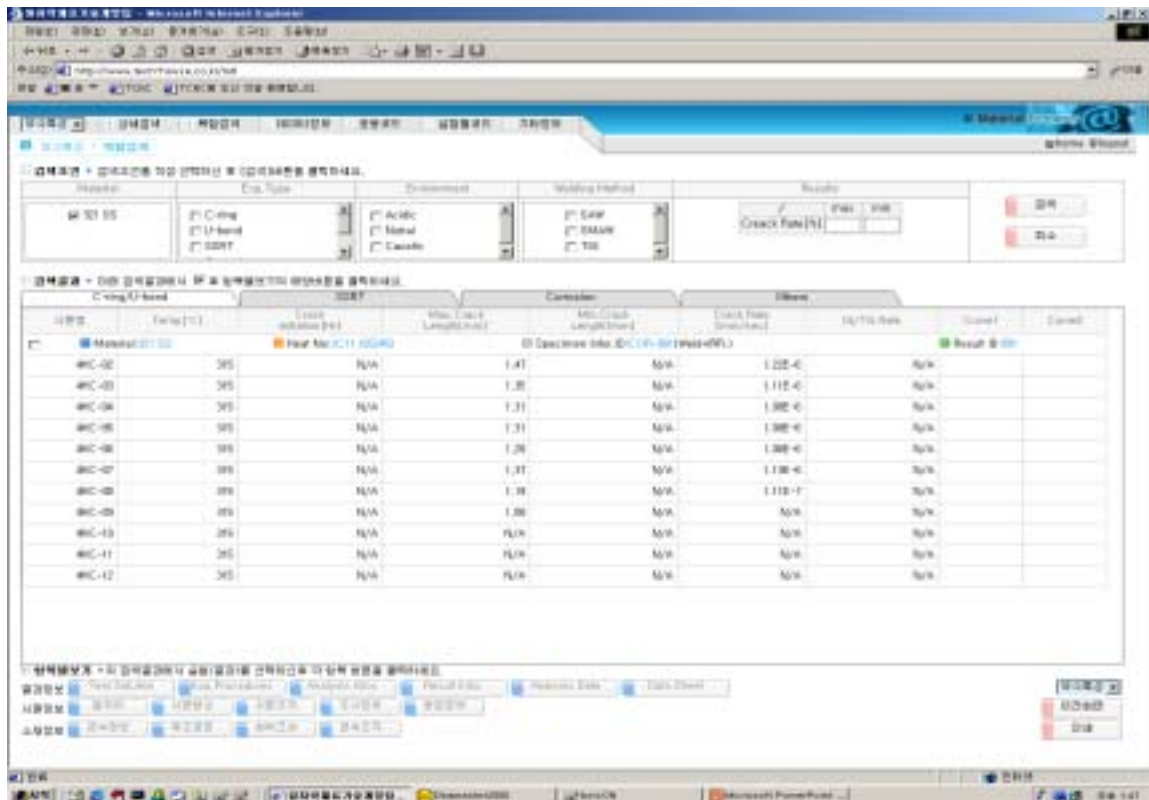


Fig. 3. DB출력에서 부식특성시험결과 화면

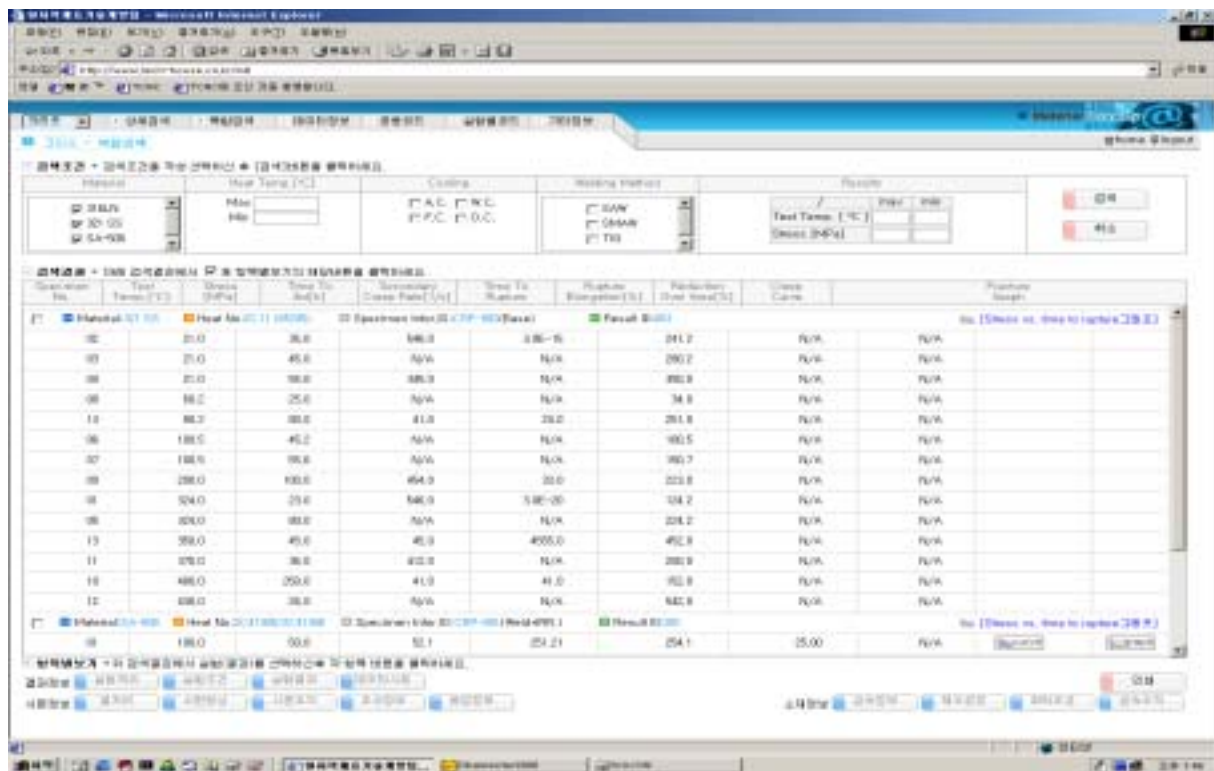


Fig. 4. DB출력에서 creep특성실험결과 화면