(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년09월03일
(11) 등록번호 10-0856143
(24) 등록일자 2008년08월27일

(51) Int. Cl.
G21C 17/017 (2006.01) *G21C 17/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0129210
(22) 출원일자 2006년12월18일
심사청구일자 2006년12월18일
(65) 공개번호 10-2008-0056378
(43) 공개일자 2008년06월23일
(56) 선행기술조사문헌
KR 1019830008349 A
KR 1020050078668 A
KR 1019860007676 A
KR 1020030080298 A
전체 청구항 수 : 총 3 항

(73) 특허권자
한전케이피에스 주식회사
경기 성남시 분당구 금곡동 196번지
(72) 발명자
박규언
경북 울진군 울진읍 읍내3리 296-25번지 동명빌라 202호
(74) 대리인
강정만

심사관 : 이용호

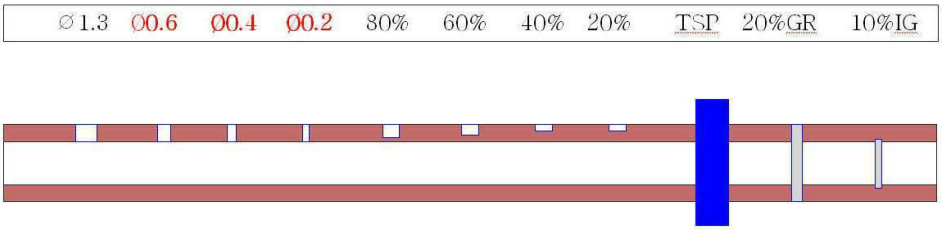
(54) 미세피팅 검출용 표준 튜브

(57) 요 약

복수기의 세관 및 열교환기의 전열관에서 발생된 미세피팅을 검출하기 위한 표준 튜브에 관한 것으로서, 일정 두께를 갖는 몸체와, 상기 몸체의 일정한 위치에 형성된 φ1.3㎜의 핀홀과, φ1.3㎜의 핀홀로부터 일정 거리에 위치하고 φ1.3㎜의 핀홀의 80% 의 깊이로 형성된 80% 핀홀과, 상기 φ1.3㎜의 핀홀에 의해서 검출되는 미세피팅보다 작은 미세피팅에 대하여 변화를 일으킬 수 있는 추가 핀홀을 포함하고;

추가핀홀은 φ0.6㎜의 핀홀, φ0.4㎜의 핀홀, φ0.2㎜의 핀홀을 포함하여 실시함으로써 달성된다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

미세피팅을 검출하는 표준 튜브에 있어서,

일정 두께를 갖는 몸체와,

상기 몸체의 일정한 위치에 형성된 φ1.3㎜의 핀홀과,

φ1.3㎜의 핀홀로부터 일정 거리에 위치하고 φ1.3㎜의 핀홀의 80% 의 깊이로 형성된 80% 핀홀과,

상기 φ1.3㎜의 핀홀에 의해서 검출되는 미세피팅보다 작은 미세피팅에 대하여 변화를 일으킬 수 있는 추가 핀홀을 포함하고;

추가핀홀은 φ0.6㎜의 핀홀, φ0.4㎜의 핀홀, φ0.2㎜의 핀홀을 포함하는 것을 특징으로 하는 미세피팅 검출용 표준 튜브.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 추가 핀홀은

상기 φ1.3㎜의 핀홀과 상기 80% 핀홀 사이에 형성되는 것을 특징으로 하는 미세피팅 검출용 표준 튜브.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 80% 핀홀로부터 일정 거리마다, 차례대로, φ1.3㎜의 핀홀의 60%의 깊이로 형성된 60% 핀홀과, φ1.3㎜의 핀홀의 40%의 깊이로 형성된 40% 핀홀과, φ1.3㎜의 핀홀의 20%의 깊이로 형성된 20% 핀홀을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미세피팅 검출용 표준 튜브.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<11> 본 발명은 원자력 발전기의 증기발생기에 관한 것으로서, 특히 복수기의 세관 및 열교환기의 전열관에서 발생된 미세피팅을 검출하기 위한 표준 튜브에 관한 것이다.

<12> 일반적으로, 원자력발전소는 증기발생기에서 발생된 증기를 터빈에 보내서 전기를 생산한다. 증기발생기는 열교환기의 전열관 내부를 흐르는 고온/고압의 1차수와 전열관 밖에서 흐르는 2차수가 전열관을 통하여 열교환을 하고 그에 따라 2차수가 증기가 생성되게 한다. 이렇게 생성된 증기는 복수기로 보내진다.

<13> 복수기는 터빈의 배기압을 진공으로 유지하고, 증기열 낙차를 크게 하여 터빈 효율을 올리면서 증기를 응축하여 비응축성 가스의 추출, 응축된 복수를 회수하여 다시 원자로 또는 증기발생기로 되돌린다.

<14> 이때, 열교환기의 전열관은 슬러지 등에 의하여 그 미세피팅(pitting)이 생성되어 1차수가 2차수로 누출되어 방사능오염을 일으킨다. 또한, 복수기의 세관은 증기에 의한 침식으로 인하여 미세피팅(pitting)이 생성된다. 이러한 미세피팅의 크기는 φ0.4㎜이하가 된다.

<15> 도 1은 종래의 미세피팅 검출용 표준 튜브의 단면도로서, 표준 튜브(standard tube)는 기준 핀홀(pin hole)의 크기를 φ1.3 ㎜ 정하고 그 크기에 대한 위상을 40°로 설정된다. 따라서 복수기의 세관과 열교환기의 전열관에

생성되는 φ0.4㎜이하의 미세피팅에 대해서는, 180°의 덴트(Dent) 신호 및 잡음(noise) 신호와 같이, 그 위상을 나타내지 못하고 왜곡신호로 나타낸다(원자력발전소의 공지된 미세피팅 시험기(ECT(Eddy Current Test))를 통한 시험결과는 이하의 도면에 나타낸다). 이를 좀 더 상세하게 설명하면 다음과 같다.

<16> 종래의 미세피팅 검출용 표준 튜브를 이용하여 φ0.2㎜의 미세피팅을 검출한 신호를 분석한 결과를 나타낸 도 2와 같이, 검출신호의 세기를 나타내는 그래프(B1~B2)는 뚜렷하지 못하고 또한 위상각을 나타내는 그래프(A1~A4)도 잡음신호가 나타내는 위상각과 같이 비슷하다. 따라서 종래의 미세피팅 검출용 표준 튜브는 φ0.3㎜의 미세피팅을 검출할 수 없을 뿐만 아니라 검출했다고 해도 정확하게 그 위치를 표시하지 못한다.

<17> 또한, 종래의 미세피팅 검출용 표준 튜브를 이용하여 φ0.3㎜의 미세피팅을 검출한 신호를 분석한 결과를 나타내는 도 3과 같이, 검출신호의 세기를 나타내는 그래프(D1~D2)는 뚜렷하지 못하고 또한 위상각을 나타내는 그래프(C1~C4)도 덴트(Dent)신호가 나타내는 위상각과 같이 비슷하다. 따라서 종래의 미세피팅 검출용 표준 튜브는 φ0.2㎜의 미세피팅을 검출할 수 없을 뿐만 아니라 검출했다고 해도 정확하게 그 위치를 표시하지 못한다.

<18> 도 4는 종래의 미세피팅 검출용 표준 튜브를 이용하여 복수기의 세관에 있는 미세피팅을 검출한 신호를 분석한 결과로서, 검출신호의 세기를 나타내는 그래프(M1, M2)는 그 크기가 작아서 육안으로 확인하기가 어렵다. 여기서, M1 및 M2 그래프는 그 신호를 확대한 모양이다. 또한, 검출신호의 위상각을 나타내는 그래프(K1~K4)도 그 모양이 잡음신호의 위상과 비슷하기 때문에, 검출신호의 위상각이 잡음신호의 위상과 구분되지 않는다.

<19> 따라서 종래의 표준 튜브는 복수기의 세관과 열교환기의 전열관에 존재하는 미세피팅을 정확하게 검출해 낼 수 없을 뿐만 아니라 검출한다고 해도 그 정확성과 신뢰성이 떨어지는 결과를 사용자에게 보여주기 때문에, 복수기의 세관과 열교환기의 전열관의 누수를 막는 작업을 정확하게 이루지지 못하게 한다. 따라서 φ0.4㎜ 이하의 미세피팅을 통하여 누수가 일어나고, 그에 따라 원자로 및 증기발생기가 방사능에 의해 오염되기가 쉽다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<20> 본 발명의 목적은 종래의 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로서, 복수기의 세관 및 열교환기의 전열관에서 발생된 미세피팅을 검출하기 위한 표준 튜브를 제공하는 데에 있다.

<21> 본 발명의 다른 목적은 복수기의 세관 및 열교환기의 전열관에서 발생된 φ0.4㎜ 이하의 미세피팅을 검출하기 위한 표준 튜브를 제공하는 데에 있다.

<22> 본 발명의 또 다른 목적은 복수기의 세관 및 열교환기의 전열관에서 발생된 10~20% 감육의 미세피팅을 쉽게 검출하고 그 위상각들을 한번에 볼 수 있게 하는 표준 튜브를 제공하는 데에 있다.

<23> 이를 위하여 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브는 일정 두께를 갖는 몸체와, 상기 몸체의 일정 위치에 형성된 φ1.3㎜의 핀홀과, φ1.3㎜의 핀홀로부터 일정 거리에 위치하고 φ1.3㎜의 핀홀의 80% 의 깊이로 형성된 80% 핀홀과, 상기 φ1.3㎜의 핀홀에 의해서 검출되는 미세피팅보다 작은 미세피팅에 대하여 위상각의 변화를 일으킬 수 있는 크기의 추가 핀홀을 포함하여 실시함으로써 달성된다.

발명의 구성 및 작용

<24> 본 발명의 실시예를 도면과 함께 상세하게 설명하면 다음과 같다.

<25> 도 5는 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브의 단면도로서, 일정 두께를 갖는 몸체와, 그 몸체의 일정 위치에 형성된 φ1.3㎜의 핀홀과, φ1.3㎜의 핀홀로부터 일정 거리에 위치하고 φ1.3㎜의 핀홀의 80% 의 깊이로 형성된 80% 핀홀과, 80% 핀홀로부터 일정의 거리를 단위로, 차례대로, φ1.3㎜의 핀홀의 60%의 깊이로 형성된 60% 핀홀과, φ1.3㎜의 핀홀의 40%의 깊이로 형성된 40% 핀홀과, φ1.3㎜의 핀홀의 20%의 깊이로 형성된 20% 핀홀이 형성된다. 특히, φ1.3㎜의 핀홀과 80% 핀홀 사이에는 φ0.6㎜의 핀홀, φ0.4㎜의 핀홀, φ0.2㎜의 핀홀이 더 형성되어 있다.

<26> 이와 같은 제작된, 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브를 이용하여, 크기가 상대적으로 작은 미세피팅을 검출한 결과를 설명하면 다음과 같다.

<27> 도 6은 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브를 이용하여 φ0.4㎜의 미세피팅을 검출한 신호를 분석한 결과이다.

<28> 먼저, 도면에서 P1~P8은, 미세피팅 검출용 표준 튜브에서, φ1.3㎜의 핀홀, φ0.6㎜의 핀홀, φ0.4㎜의 핀홀, φ0.2㎜의 핀홀, 80% 핀홀, 60% 핀홀, 40% 핀홀, 20% 핀홀이 형성된 위치를 차례대로 나타낸다. 아울러, P9와

P10은 각각 TS와 OG를 나타낸다.

<29> 도 6에 나타낸 것과 같이, φ0.4㎜의 미세피팅을 검출한 신호는 그 세기를 나타내는 그래프 (H1, H2)의 P3의 위치에서 그 크기가 명확하게 피크(peaks)로써 명확하게 나타난다. 또한 위상각을 나타내는 그래프(G1~G4)는 그 경사진 선이 명확하게 나타남으로써, φ0.4㎜의 미세피팅의 위상각을 분명하게 보여주고 있다.

<30> 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브는 φ0.4㎜의 미세피팅을 검출함으로써, 사용자에게 그 미세피팅의 위치를 정확하게 알아낼 수 있다.

<31> 도 7은 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브를 이용하여 φ0.2㎜의 미세피팅을 검출한 신호를 분석한 결과이다.

<32> φ0.2㎜의 미세피팅을 검출한 신호는 그 세기를 나타내는 그래프 (F1, F2)의 P4의 위치에서 그 크기가 명확하게 피크(peaks)로써 명확하게 나타난다. 또한 위상각을 나타내는 그래프(E1~E4)는 경사진 선의 양끝이 상대적으로 조금 흐트러지긴 해도 그 경사진 선이 명확하게 나타남으로써, φ0.2㎜의 미세피팅의 위상각을 분명하게 보여주고 있다.

<33> 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브는 φ0.2㎜의 미세피팅을 검출함으로써, 사용자에게 그 미세피팅의 위치를 정확하게 알아낼 수 있다.

<34> 지금까지는 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브가 φ0.4㎜와 φ0.2㎜의 미세피팅에 대하여 검출하는 예를 설명하였지만, 검출신호의 세기와 위상각을 보여주는 특성을 좀 더 상세하게 설명하면 다음과 같다.

<35> 도 8에 나타낸 것과 같이, 스트립 차트 전압을 상대적으로 작은 10V로서 검색하였고, 그에 따라 1.5V의 진폭을 갖는 검출신호가 검색되었다. 그러나 이와 같이 진폭이 작은 검출신호(O1, O2)가 검색되었다고 해도, 잡음신호와 명확하게 구분되기 때문에, 검출신호에 해당하는 미세피팅의 위치를 검출할 수 있다. 또한, 검출신호의 위상각이 잡음신호의 위상과 달리 '8'자와 같은 형태의 그래프(N1, N2)를 보여준다. 따라서 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브는 감육이 11%인 아주 미세한 피팅도 명확하게 검출해 낼 수 있다.

<36> 또한, 도 9에 나타낸 것과 같이, 스트립 차트 전압을 상대적으로 작은 10V로서 검색하였고, 그에 따라 0.9V의 진폭을 갖는 검출신호가 검색되었다. 그러나 이와 같이 진폭이 작은 검출신호(T1, T2)가 검색되었다고 해도, 잡음신호와 명확하게 구분되기 때문에, 검출신호에 해당하는 미세피팅의 위치를 검출할 수 있다. 또한, 검출신호의 위상각이 잡음신호의 위상과 달리 '8'자와 같은 형태의 그래프(S1, S2)를 보여준다. 따라서 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브는 감육이 40%인 아주 미세한 코로전(corrosion)도 명확하게 검출해 낼 수 있다.

<37> 지금까지 설명한, 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브의 실제 모양은 도 10에 나타낸 사진과 같다.

발명의 효과

<38> 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브는 복수기의 세관 및 열교환기의 전열관에 있는 0.4㎜이하의 미세피팅에 대해서도, 위상각을 형성하여 쉽게, 검출할 수 있고, 그에 따라 미세피팅을 막음으로써 원자로에서 방사능 오염을 미리 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 종래의 미세피팅 검출용 표준 튜브의 단면도이다.

<2> 도 2는 종래의 미세피팅 검출용 표준 튜브를 이용하여 φ0.3㎜의 미세피팅을 검출한 신호를 분석한 결과이다.

<3> 도 3은 종래의 미세피팅 검출용 표준 튜브를 이용하여 φ0.2㎜의 미세피팅을 검출한 신호를 분석한 결과이다.

<4> 도 4는 종래의 미세피팅 검출용 표준 튜브를 이용하여 복수기의 세관에 있는 미세피팅을 검출한 신호를 분석한 결과이다.

<5> 도 5는 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브의 단면도이다.

<6> 도 6은 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브를 이용하여 φ0.4㎜의 미세피팅을 검출한 신호를 분석한 결과이다.

<7> 도 7은 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브를 이용하여 φ0.2㎜의 미세피팅을 검출한 신호를 분석한 결과이다.

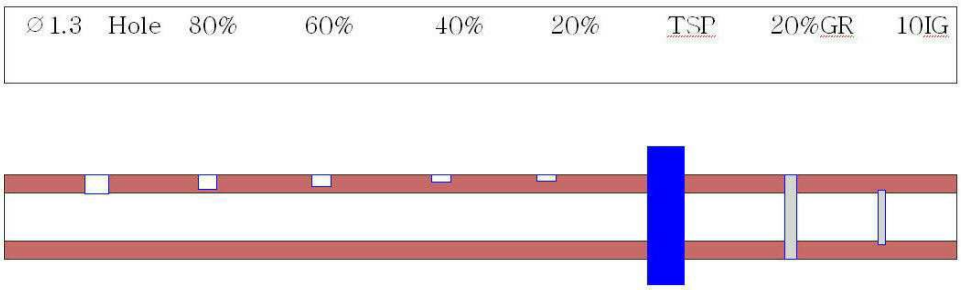
<8> 도 8은 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브를 검사한 결과이다.

<9> 도 9는 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브를 다른 조건에서 검사한 결과이다.

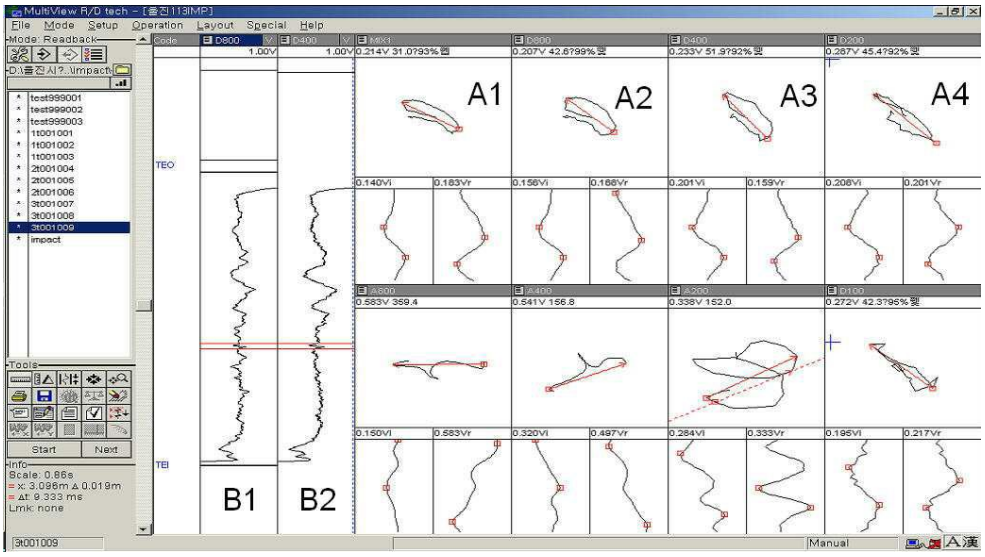
<10> 도 10은 본 발명에 따른 미세피팅 검출용 표준 튜브를 찍은 사진이다.

도면

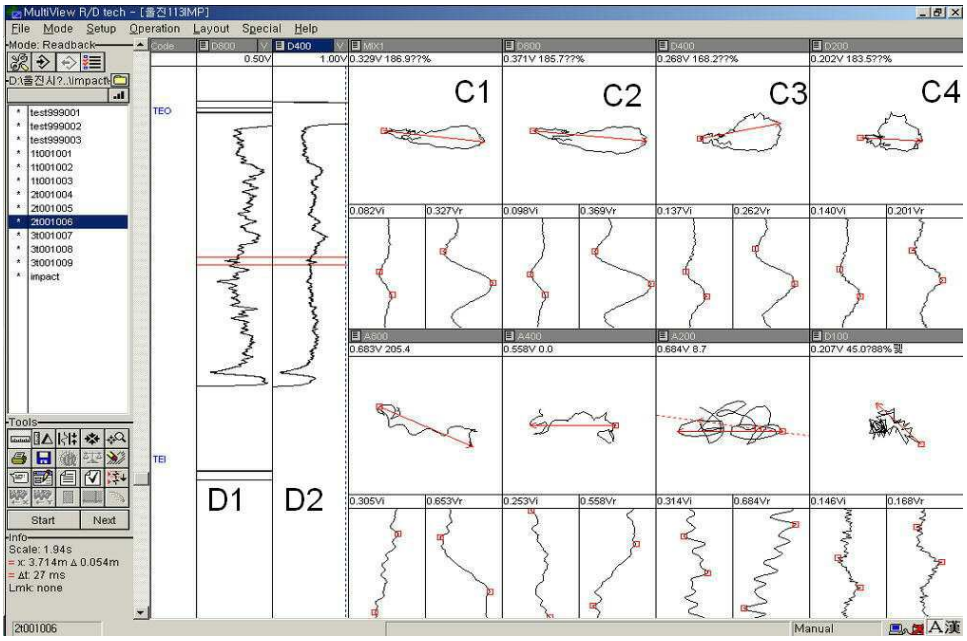
도면1



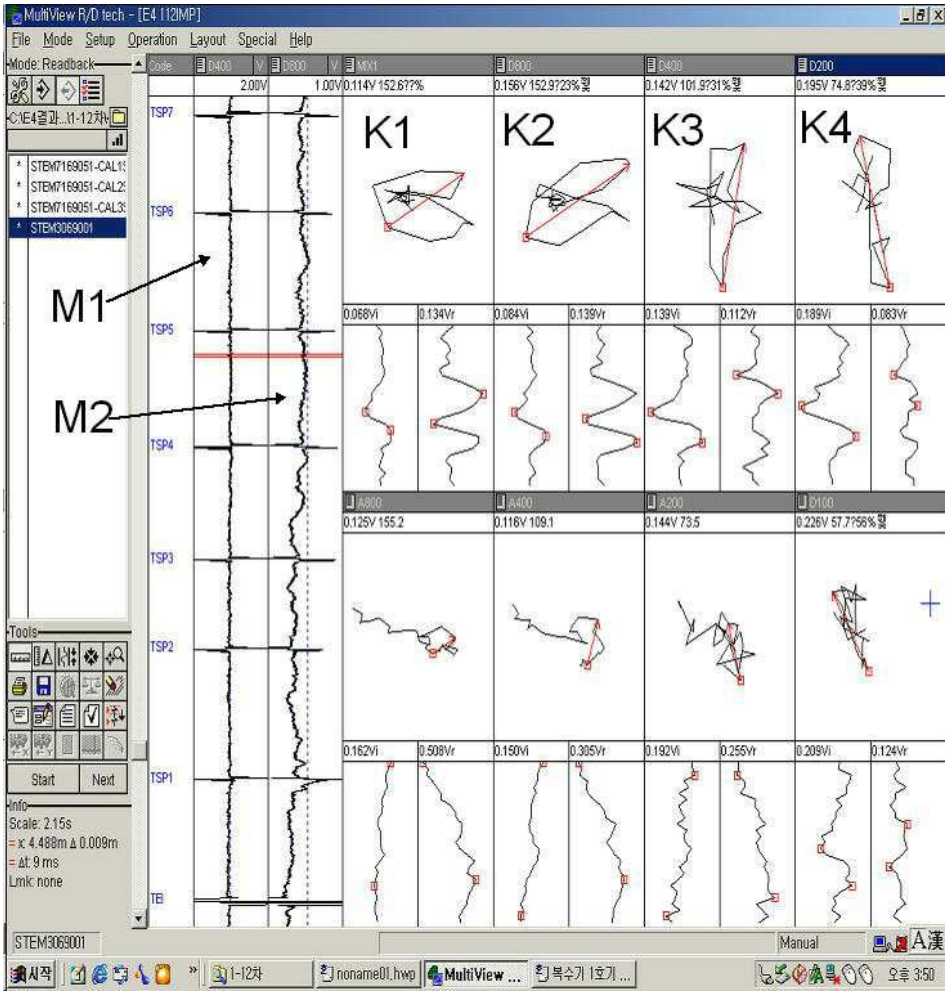
도면2



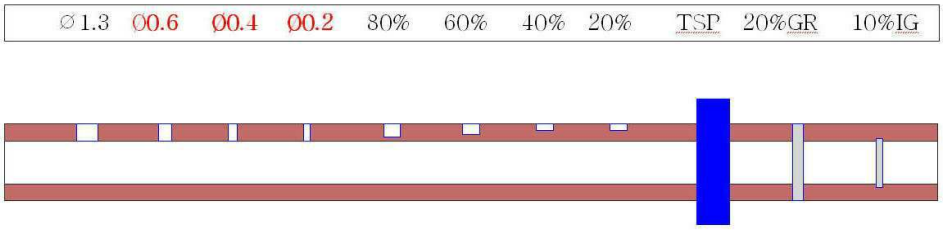
도면3



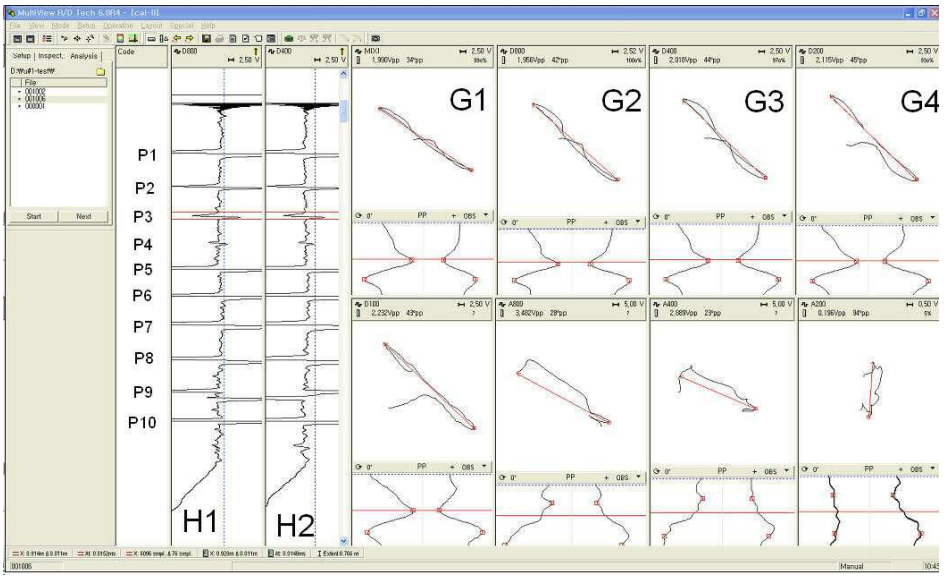
도면4



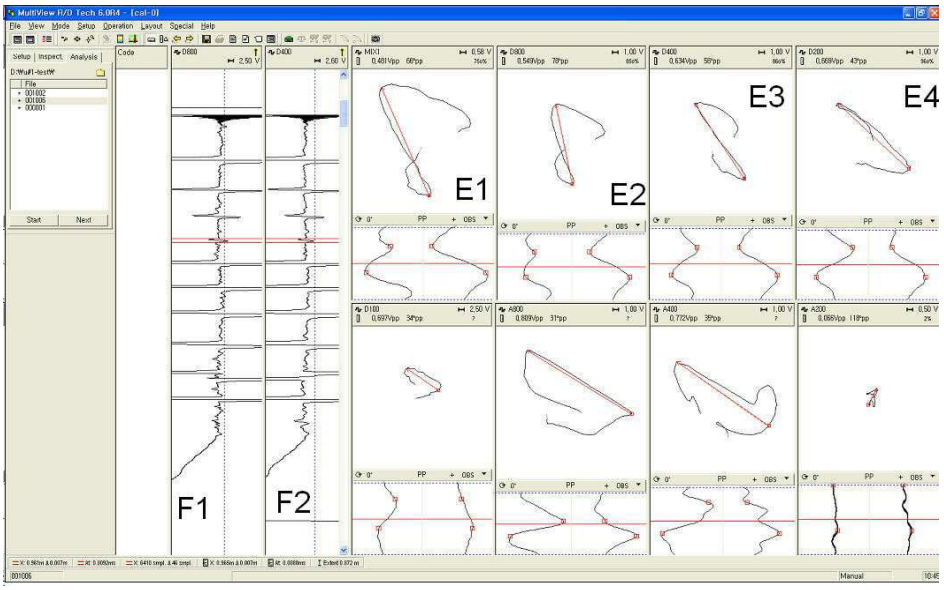
도면5


∅1.3
Ø0.6
Ø0.4
Ø0.2
80%
60%
40%
20%
TSP
20%GR
10%IG

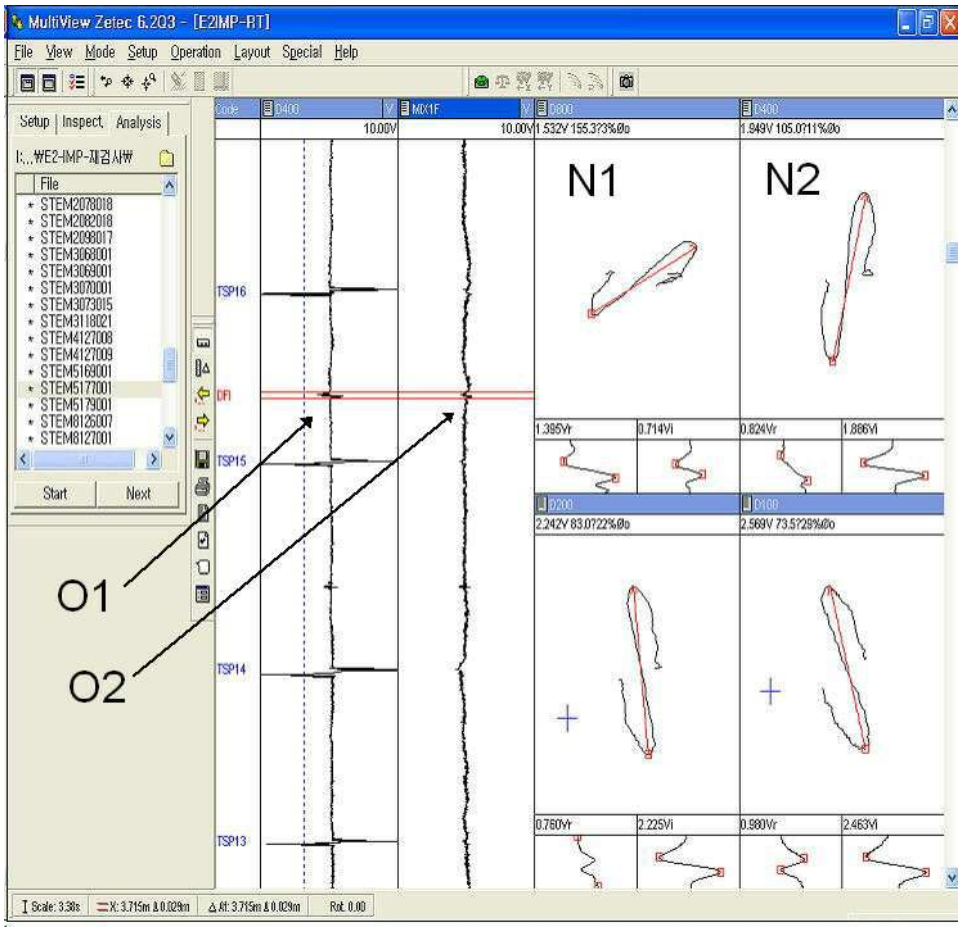
도면6


P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
P8
P9
P10
H1
H2
G1
G2
G3
G4

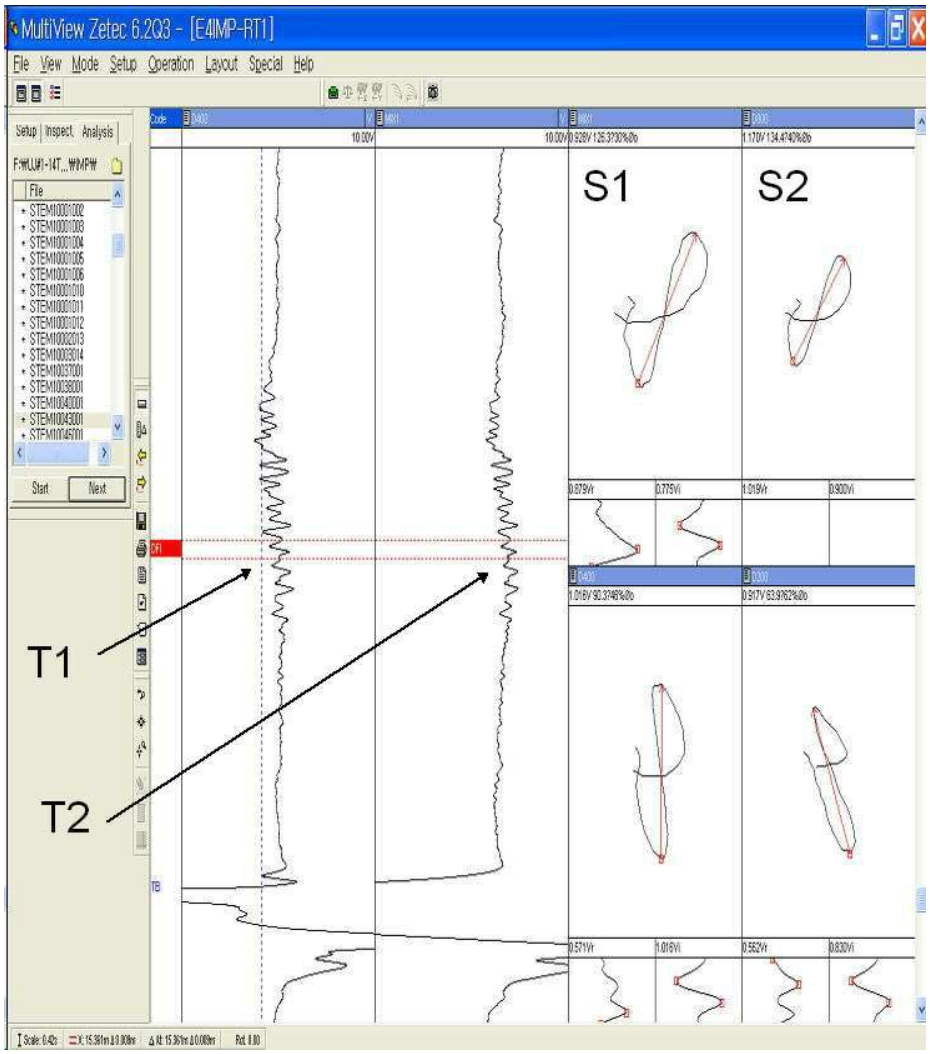
도면7


F1
F2
E1
E2
E3
E4

도면8


MultiView Zetec 6.203 - [E2IMP-BT]
File View Mode Setup Operation Layout Special Help
Setup Inspect Analysis
File
Start
Next
N1
N2
O1
O2
TSP16
TSP15
TSP14
TSP13

도면9


MultiView Zetec 6.2Q3 - [E4IMP-RT1]
File View Mode Setup Operation Layout Special Help
S1
S2
T1
T2

도면10

