



질량 측정에 의한 배수평가

Drainage Evaluation

자료제공 / 코린스계기

1. 사용 범위

Paper machine의 wet end에서 forming fabric의 제지원료의 질량 측정은 paper machine의 작동을 최적화하는데 매우 유용하다. 최적화된 wet end는 종이질, 종이 원료 처리량, 에너지 사용, paper clothing life cycles에 효과적이다.

후방산란식 감마 방사선 장치(back scatter gamma radiation device)를 사용하여 제지원료의 질량을 측정한다. 정확한 질량데이터를 얻을 수 있기 때문에 이 방법은 아주 바람직한 방법이다.

더구나 이 장치는 paper machine 생산에 방해가 되지 않고도 사용된다.

일단 질량 데이터가 측정되면 데이터들은 저장되고 유량(flowrate)과 물질의 균형(material balance)을 유지시켜주는 고체율(percent solids)로 계산된다. 다음의 내용은 데이터에서 물질 균형(material balance)을 계산하는 방법을 기술한다.

2. 주의 사항

Paper machine의 wet end 주변에서 작업하는데 주의해야 할 모든 안전 단계를 지켜야 한다.

움직이는 기계주변에서 작업할 때 지켜야 할 기본적인 안전 수칙을 포함해서 작업이 수행되는 공장에서 요구되는 특정한 안전 수칙들을 지켜야 한다.

질량 측정 장치는 적은 방사선원을 사용한다.

부가적인 안전 수칙으로 각주와 Federal Nuclear Regulatory Commissions에서 정해져 있는 규칙들을 수행 해야 한다.

현재 사용 가능한 감마 질량 측정 장치는, 게이지가 다른 공장으로 이동될 때에는 특별한 허가서를 취득해야 한다.

그리고 장비는 파워 코드에 부착되는 ground fault interrupter를 반드시 연결해야 한다.

이는 수분에 의해 발생될 수 있는 단락(short circuit)에 의한 전기 쇼크를 예방한다.

3. 소 개

이 기술 정보 페이퍼는 (TIP. Technical Information Paper)는 질량 측정 게이지를 가지고 paper machine의 wet end의 배수를 측정하는 방법을 제공하기 위해서 개발된 단계들을 기술하고 있다. 기술된 방법은 TAPPI TIP 0410-07에서 기술되어있는 blow sample 방법과는 대안적인 비파괴적인 방법이다. 페이퍼 산업에서는 페이퍼 제조회사, 장비공급업자, wire/clothing 납품업자들 사이에서는 질량 측정 게이지가 널리 사용되고 있다. 이 게이지들은 제공되는 데이터가 기계장치 배수와 유지(retention), flatbox 바큇의 최적화, aid formation 연구, headbox flow 측정 등을 모니터하는데 사용되기 때문에 널리 보급되어있다. 이는 질량 측정 게이지의 사용자가 많고 배수 결과들을 보고하는 표준 방법이 요구되기 때문이다. 다음의 방법은 paper machine 배수를 평가하기 위해서 사용되는 단계에서 발생할 수 있는 에러와 많은 변위를 최소화하는데 목적이 있다.

4. 샘플링

consistency와 ash percent를 결정하는데는 (consistency and percent ash determination) headbox (또는 headboxes)의 샘플과, 질량 측정치가 얻어지는 각각의 배수 elements의 white-water에서 얻어지는 샘플이 필요하다. 샘플들은 수집되어 플라스틱 컨테이너안에 저장되어야 한다. low 바큇유닛이나 flatboxes 등과

같이 각각의 대표적인 샘플이 선정되지 않는 elements용으로 (For those elements where an individually representative sample cannot be taken, such as low vacuum units or flatboxes), seal pit나 pits 또는 tray에서 얻어지는 샘플은 각 elements용으로 사용될 수 있다. Consistency 와 ash 결정은 각각 TAPPI test Methods T240과 TAPPI T 211에 따라 수행된다.

질량 게이지를 캘리브레이트(교정)하기전에 계기를 워밍업시킨다. 측정가능한 배수 elements 사이에서 질량을 측정한다. 각 측정의 샘플링 시간을 충분히 두어 각 위치의 대표적인 수치를 얻어낸다. 일반적으로 사용되는 샘플링 시간은 7~10초 정도이며 샘플링 시간이 길어지면 작동자의 피로로 인해서 에러가 발생할 수 있으므로 도움이 안된다.

element의 입구 모서리 근처(near the incoming edge of an element)에서 게이지를 작동할 때 많은 주의를 기울여야 한다. 너무 많은 힘을 주면 fabric이 위로 밀려 올라가서 게이지가 배수 유닛의 윗부분과 fabric사이로 박힐(lodge될) 수 있다. 마찬가지로 element의 출구 사이드(on the outgoing side of an element)에서 너무 많은 힘을 주면 fabric이 element에서 빠지게 되어 이 위치에서 배수를 변경시킬 수 있다. 만약에 2개 혹은 그 이상의 elements 간의 위치가 질량 게이지로 측정이 안 된다면 측정간의 elements을 하나의 배수 element로 취급하면 된다.

재현성을 위해 각각의 측정 포인트에서 2번씩



질량 측정치를 구한다. 만약에 측정치가 +/- 2% 이상으로 나온다면 다시 한번 질량을 측정해본다. 질량은 크로스 방향 변화(cross direction variations)의 영향을 최소화하기 위해서 fabric의 모서리로부터 같은 위치에서 측정되어야 한다. 그리고 deckle보드로 인해 일어날수 있는 자국에서의 측정은 피해야 한다. (Avoid measuring in the wake caused by a deckle board)

질량 측정은 forming fabric의 질량과 그 공간 사이의 물(in its voids) 그리고 fiber, filler, fabric표면위의 물을 모두 포함하게 된다. Fabric위의 질량을 결정하기 위해서는 forming fabric/void water의 질량이 총질량 측정치에서 제외되어야 한다. forming fabric/void water 질량 측정의 정밀도는 consistency 계산의 절대적인 수치에 직접적인 영향을 미친다.

사용하는 fabric weight에서의 오차(error)는 측정이 배수 공정의 wet end에서 dry end로 움직이기 때문에 더 커질 수 있다. 이는 사용되는 fabric weight에서 오차(error)가 발생한다면, couch에서 계산되는 consistency값이 실제적인 값과 크게 다를 수 있다는 것을 의미한다. 일단 sheet가 바쿰 dewatering elements위로 움직이기 시작한다면 fabric voids안의 물이 변화되기 때문에 복잡해진다.

5. Fabric 의 질량값 결정

Fabric의 질량값을 결정하기 위해서는 많은 방법들이 사용되고 있다. 이 방법들은 각각의

장, 단점을 가지고 있는데 질량 게이지의 사용자는 machine 배치를 기반으로 다른 방법들을 선택한다.

- couch 뒤 showering전에 측정된 값
- fabric 제작자로부터 제공되는 값
- return run중에 또 다른 위치에서 측정되는 값
 - 물을 fabric에서 게이지쪽으로 직접적으로 blowing하는 동안 질량 게이지로 측정되는 대략적인 dry weight값
 - fabric의 dry manufactured weight와 fabric 스타일에 따라 fabric내에 있는 water의 correction factor를 더하여 계산한 값
 - couch후에 얻어지는 grab sample value 와 질량 측정치의 상관 관계에 기초를 뒤서 계산된 fabric weight.Forming fabric과 void(공간에 함유된) water weight를 측정하기 위한 일반적인 선호위치는 couch roll뒤 fabric의 showering 전이다. 이 위치에서 fabric과 fabric의 사이에(voids내에) 계속해서 남아 있는 water의 무게가 측정된다. Topformer인 경우 2개의 fabrics의 분리 후, showering전에 top fabric weight가 측정되어야 한다. 많은 기계가 이러한 위치들에서 측정하는 것은 불가능하기 때문에 작업자는 선택할 수 있는 fabric weight 중에 한 개를 선택하여 사용하는 것이 좋다.

6. 적절한 fabric weight 결정하기

질량 측정 게이지 배수 측정용으로 적절한 fabric weight를 결정하는 것은 게이지 작업자

가 직면한 가장 중요한 문제이다. 측정방법은 종 중 기계 배치에 따라 선택된다. 작업자는 각각의 방법이 배수 결과에 미칠 수 있는 영향을 알아야 한다. 예를 들어 만약에 선택한 한 방법이 다른 방법들보다 fabric weight가 더 낮다면, 배수 공정의 어느 위치에서의 consistency의 측정 결과치가 더 높은 fabric weight로 결정된 것들보다 더 낮을 것이다. 부가적으로 fabric weight에서 같은 에러는 증가하여 더 큰 에러를 일으키고 결과적으로 basis weight는 더 낮아진다. 만약에 consistency의 절대값들이 필요하지 않다면 fabric weight를 결정하기 위한 위의 방법들을 사용할 수 있다.

몇몇의 forming fabric 공급자들은 제작된 dry weight 방법을 사용한다. 이 방법은 fabric에 남아있는 water weight때문에 에러가 생길 수 있다. 그러나 forming 공정의 dry end에서 가장 보존력이 있는 (wettest) consistencies를 리포팅하는 장점이 있으며 따라서 가정적인 에러(assumption error)의 발생을 피할 수 있다. 몇몇의 제작자들은 또한 caliper에 기초를 둔 dry weight용 correction factors를 제공하나, 이것은 또한 상부의 마모 또는 하부의 마모와 같은 마모의 타입 때문에 잠재적인 에러의 가능성을 가지고 있다.

토탈 질량값을 Couch roll 뒤에서 측정하는 기계의 경우 위의 6번 방법이 (반드시 비파괴 방법만 사용시), 타 방법과의 correction factor를 만들어내기 위해서 사용된다. 이 방법으로 fabric weight를 결정하는 것은 질량 게이지 서베이동안 측정되는 grab-sample reference에

일치하는 couch consistency value를 만들어내는데 필요하다. Correction factor는 앞으로의 계속적인 사용을 위해 얻어진다. Correction factor의 정확도는 시간에 따른 fabric의 마모 때문에 오랫동안 정확도를 유지할 수 없다. (주어진 fabric에서의 짧은 시간동안만 정확하다)

Sheet의 모서리에 있는 couch sample 은 실제 couch moisture를 대표할 수 없다는 사실을 기억해야 한다.

사용된 fabric weight와 실행한 방법은 최종적인 배수 리포트의 한 부분으로 결정되는 것은 당연하다. fabric의 제작시의 dry weight 또한 최종적인 리포트에 포함되어야 한다. 배수 결과가 기계에서 발생한 변화를 평가하는데 사용된다면 fabric weight 결정도 같은 방법으로 각각의 서베이에 사용되어야 한다. 만약에 배수 리포트의 사용자가 fabric weight를 얻는데 사용되는 방법에 대한 정보를 가지고 있다면, 그 정보는 어느 방향으로 consistencies가 사선(bias)으로 되는지 결정하는데 도움을 줄 것이다. fabric weight는 fabric의 스타일과 weight 결정 방법에 따라 50% 또는 그 이상만큼 달라진다.

다른 질량 소스와 달리 후방 산란식 이므로, 측정치 에러를 막기 위해서는 fabric위의 충분한 clearance가 필요하다. fabric, stock, water에서의 거리와 질량 로딩에 따라 최소 어느 정도의 clearance가 필요한지 결정된다.

7. 계 산

paper machine의 테이블주변의 material은



consistencies와 테이블하부의 유량을 결정하기 위해서 균형이 맞아야 한다. Element주위 혹은 elements 조합 주변의 균형을 유지하기 위해서는, table을 떠나는 solids함유량에 관한 가정을 설정해야 한다. 일반적으로 테이블의 dry end상에서 마지막으로 측정된 질량 포인트와 reel사이에서 손실되는 solids는 없다고 가정한다, solids는 단지 표면 applications에 의해서만 첨가된다. 다음 조건은 질량이 보존되어야 계산된다. 다시 말하면 upstream element total solids는 downstream element에 이 유니트들의 배수로 인해 손실된 solids들을 합한 것(the total solids lost)과 동일하다. 모든 개별적인 배수 elements의 결과치의 합계는 forming table의 전체적인 작업을 결정짓는다. 배수 계산에 필요한 최소한의 데이터는 다음과 같다.

- 측정된 Fabric weight
- 제작시의 Fabric weight
- 자르기 전의 sheet 너비
- Sheet width into presses
- Reel에서의 sheet 너비
- Headbox 너비
- Fabric Speed
- Reel speed
- Basis Weight
- Reel moisture
- Ream size
- 추가된 표면 사이징의 weight (Weight of surface sizing added)
- 추가된 Coat Weight (Coat weight added)

Headbox consistency (ash optional)

- 각각의 배수 element후의 질량 측정치들
- 각각의 배수 element에서 얻어지는 white water consistencies (ash optional)

8. 용어와 심볼의 정의

S = solids, lb/1000 ft² (g/m²)

M = 게이지에서 얻어지는 질량 측정치의 합계, lb/1000 ft² (g/m²)

FW = fabric weight, lb/1000 ft² (g/m²)

T = 질량의 합계 (solid + water),
lb/1000 ft² (g/m²) = M-FW

C = consistency, 1b solids/(1b solid + lb water) = S/T (kg/kg)

Cw= white water consistency,
1b solids/(1b solids + 1b water) (kg/kg)

Aw = white water에서의 ash율,
1b ash/1b solids (kg/kg)

t = total solids + water removed at element, lb/1000 ft² (g/m²)

s = solids removed at element,
lb/1000 ft² (g/m²)

(아래에 사용된 숫자는 같은 숫자의 element를 가리킨다)

계산은 이 지점에서의 solids 합계가 reel (couch와 reel사이에 첨가된 coating, surface sizing등은 제외) 에서의 값과 같다는 가정하에 먼저 dry end에 가장 가까운 element를 엑세스한다.

element의 물질 균형 (material balance) 관

계는 도표로 다음과 같이 나타나는데 i 로 매겨지는 값으로 나타난다.

위에서 나열된 4가지의 변수들이 실제적으로 측정된다. 처음의 solids 합계는 다음과 같이 reel 데이터의 정보를 사용하여 계산된다 (아래의 R은 reel을 의미한다)

$$SR = \text{basis weight in lb/1000ft}^2 \\ * (1 - \% \text{ moisture} / 100)$$

Wet end former를 지나는 total solids를 계산하기 위해서는 reel에 있는 고체들이 surface sizing and/or coating additions(adjusted to lbs/1000 ft²) 과 shrinkage와 draw로 인한 치수 변화에 맞게 교정되어야 한다.

$$S_i = (S_R \text{ Size-Coat}) * \\ \text{Sheet 너비} @ \text{ reel} * \text{ reel 속도} \\ \text{Couch다음의 Sheet 너비} * \text{ fabric 속도}$$

Material balance에 남아있는 미지수들은 다음과 같이 계산된다. (element의 경우 S1계산을 시작으로 위쪽(upstream)으로 옮겨간다.

$$T_i = M_i \text{ FW} \quad (1)$$

$$C_i = S_i / T_i \quad (2)$$

$$T_{i+1} = M_{i+1} \text{ FW} \quad (3)$$

$$t_i = T_{i+1} T_i \quad (4)$$

$$s_i = t_i * C_{wi} \quad (5)$$

$$S_{i+1} = S_i + s_1 \quad (6)$$

위의 계산은 반복적이고 컴퓨터 계산에 적절

하다. 만약에 ash가 headbox와 white water에서 측정된다면 각 element에 있는 ash lost가 위의 등식후에 계산될 수 있다.

Total solids와 물의 합계와 각 element에서 제거된 total solids, 각 element간의 consistencies와 solids 계산외에도, headbox flow의 계산이 forming board에서의 초기 배수를 평가하는데 필요하다.

$$CH = \text{headbox consistency, lb solids /} \\ (1 \text{ lb solids} + 1 \text{ lb water}) \text{ (kg/kg)} \\ TF = \text{Solid} + \text{water after forming board,} \\ 1 \text{ lb/1000ft}^2 \text{ (g/m}^2\text{)} \\ CW = \text{tray water consistency @ forming board,} \\ 1 \text{ lb solids / (1 lb solids} + 1 \text{ lb water)} \text{ (kg/kg)} \\ SF = \text{solids after forming board,} \\ 1 \text{ lb/1000ft}^2 \text{ (g/m}^2\text{)}$$

미지값들은 (The unknowns are):

$$SH = \text{Solids in headbox, 1b/1000ft}^2 \text{ (g/m}^2\text{)}$$

$$TH = \text{Solids} + \text{water in headbox,} \\ 1 \text{ b/1000ft}^2 \text{ (g/m}^2\text{)}$$

두개의 값이 동시에 계산된다.

$$TH = SH / CH \quad (7)$$

$$SH = SF + CW * (TH - TF) \quad (8)$$

Headbox의 고체와 물의 합계 (total solids + water) 계산

$$TH = \frac{SF (CW * TF)}{CH - Cw} \quad (9)$$



Total solids + 물의 water flow의 합계치는 1b/1000ft²(g/m²) 단위로 나온다. 이는 flow rate로 전환될 수 있고 headbox 로딩을 평가하기 위해 사용된다.

9. 계산 : top formers

현재는 topformer로 배치되는 기계 장치들이 많다. Top-former 밑에서 질량 측정을 할 수 없다면 top-former는 배수의 한 element로서 취급되며 미리 기술된 계산이 적용된다. 만약에 top-former 밑에서 얻어지는 질량 측정값들에 적절한 clearance가 있다면 top fabric weight는 bottom fabric weight와 같이 top-former 밑에서의 질량 측정치 합계에서 공제되어야 한다. 백그라운드 방해에 의한 weight 에러는 Appendix B의 끝부분에 나와있다.

Interference에 의한 weight 측정값에 일어날 수 있는 에러는 퍼센트로 말하면 작다(for most weights when the clearance is 6 in, or more.)최소한의 에러는 9 in 또는 그 이상의 거리에서 위치한 interference에 의해 발생한다.

10. 계산 : secondary headbox

secondary headbox가 primary headbox와 같은 배수 테이블에 위치할 때 각각의 headbox 로의 weight flow를 나눌 수 있으면 배수가 평가할 수 있다. Secondary headbox에서 solids 100% 유지가 가정된다. 이 가정은 base sheet가 충분히 형성되어 secondary headbox flow용

의 필터 매개체로 활동할 때 합당하다. 각 headbox간(less any recirculation)의 base weight split는 total flow율에서 각각의 headbox로 가는 토탈 flow의 퍼센테이지, 혹은 각각의 headbox로의 thick stock 유량(flow rate)와 consistencies로 결정된다.

Thick stock flow를 사용하여 Secondary headbox weight 비율을 계산한다. 등식은 다음과 같다.

$$\%secondary\ fraction = \frac{C_T V_T}{C_T V_T + C_B V_B} * 100$$

C_TC_B = thick stock top, bottom ply consistencies

V_TV_B = thick stock top, bottom ply volumetric mass flowrates

Secondary headbox solids weight는 secondary headbox전에 마지막으로 액세스된 배수element에 solids 계산을 정하는데 사용된다. 나머지 계산들은 앞서서 기술한대로 하면 된다. 그러나 유량(flow rate)을 계산할 때 forming board에서 pond 너비와 sheet너비의 차이에 주의를 가져야 한다.

11. 결 과

paper machine의 wet end상의 배수의 질을 암시하는 많은 중요한 변수들이 있다. 앞서서 기술한 계산의 결과를 표로 만들 때 각각의 액세스된 element에 대한 다음의 항목들이 나타나야

한다.

- Total mass , solids + water
(1b/1000ft²) (g/m²)
- Consistency, (1b solids /
1b solids + water) (kg/kg)
- Sheet weight
(1b solids / 100 ft²) (g/m²)
- Total volumetric flow on
fabric (gal/min/in.) based on the
total sheet width before
couch (L/min/cm) Solids flow on
fabric (lb/min)(kg/min)
- Solids lost (lb/min)(kg/min)
- Solids lost (% of total)
- Ash lost (lb/min) (Optional) (kg/min)
- Ash lost (% of total) (Optional)
- Total volumetric flow lost
(gal/min) (L/min)
- Total mass lost (i.e. first-pass
retention reported in % of total)

Headbox pond 너비를 기초로 분당 gallons 단위로 나타나는 headbox flow 또는 flows 와 total retention, total ash retention 또한 보고 되어야 한다. Retention 계산은 누적되고 매일 매일 공장 가동에 자주 사용되는 standard first pass retention 계산과 비슷하나 같지않다. Secondary headbox가 있는 기계 장치에서는 모든 solids loss가 primary sheet에 반영된다. 전형적인 컴퓨터 프로그램으로 도표화된 배수

결과치는 Appendix A에 포함되어 있다.

12. 잠재적인 계산 에러 (Potential calculation errors)

질량 측정 게이지로 배수를 계산할 때 발생할 수 있는 가장 중요한 에러 원인 2가지는 fabric weight와 white water solids에 있다. Fabric weight에서의 에러는 계산된 couch consistency에 중요한 영향을 준다. White water consistency에서의 에러는 고체 손실 (solids loss)과 유량(flow rates)에 영향을 준다. 전형적인 고급 paper fabric에서 다양한 방법을 통해서 얻어질 수 있는 fabric weight를 비교해볼 때, 계산된 couch consistency에 미칠 수 있는 영향은 다음과 같다.

Fabric Weight

(1b/1000ft ²)	Sheet consistency off couch
80	15.2
88	16.4
90	16.7
100	18.6
110	20.9
120	23.8

Couch, vacuum assisted foils, suction boxes에서 얻어지는 white water 샘플들은 종종 액세스가 되지않거나 몇개의 elements의 flow가 화합된 후에서야 액세스된다. 다행스럽



계도 이 consistencies의 평가는 element 배수량 또는 sheet consistency 계산에는 거의 영향을 주지 않는다. 그러나 이 평가는 ash와 함유량 함께 계산(total retention calculations)에 많은 오차(error)를 일으킬수도 있다. 고급 페이지의 이러한 예가 테이블 1에 나타나있다.

13. 테스트 설비

TI Paper에서 기술되어있는 질량 측정치를 얻는데 유용한 유일한 게이지들은 미국 캘리포니아 Irwindale에 위치한 NDC Infrared Engineering사에서 제작되며 모델은 104F, 104PC, 104T, 5200T이다. 이 모델간의 차이점은 설치조합(package)에 있다. 게이지는 AM(Americium) 241소스를 사용하여 방사선 시그널을 방출한다. 후방 굴절 부분이 크리스탈을 자극하여 크리스탈에 의해 방출되는 빛 플래쉬는 photomultiplier tube에 의해 탐지되고 방출되는 에너지는 질량 측정으로 전환된다.

모델 104 게이지는 제지 산업에서 널리 사용되고 있다. 한가지 문제점은 게이지의 열이 증가될 때 일어날수 있는 zero drift이다. 제작회사는 zero drift문제점을 해결할 수 있도록 온도 보상의 기능을 포함하고 있는 보드 업그레이드를 오피하였다. 게이지 사양은 다음과 같다.

사용 가능한 범위 : 0-9000 lb/1000ft²

정확도 : 2 lb/1000ft² 또는 측정치의 2% 중 큰 수치

작동 온도 : 콘솔: 32 120F (0-49도C)

프로브 : 32 160F (0-71도C)

반응 시간 : 1초

샘플링 시간: 0-99초(프로그램가능)

출력 : 디렉트 디지털 LED 디스플레이,
프린터 아나로그 출력 : 4-20mA 또는 0-10VDC

서베이용으로 게이지를 사용하기 전에는 반드시 캘리브레이트해야 한다. Zero plus two-point 단계로 캘리브레이트하는 것이 좋다. 캘리브레이션 단계는 사용자 매뉴얼에 설명되어있고 다음의 내용을 참고한다.

1 단계: 프로브위에 아무 물질도 대지 말고 (no material on or above the probe) 게이지를 제로로 맞춘다. 테스트하는동안 지속적으로 zero측정치(no mass near measuring head)가 나오는지 반드시 확인해야한다.

2 단계: Two-point 캘리브레이션. 캘리브레이션 플레이트는 깨끗하게 보관되어야 하며 항상 같은 방향으로 프로브 정면에 놓여있어야 한다. 사용자는 여분의 스탠다드 시편들을 준비하여 측정될 제품들의 다양한 무게에 더욱 적합하게 할 수 있다. 이 standards은 동질의 것으로 수분이 불침투성이어야만 틀림없는 스탠다드임을 확신할 수 있다.

3 단계: Interferences. 게이지를 backscatter mode에서 작동한다. 따라서 측정되는 샘플의 질량은 측정치에 영향을 줄수 있다. (정상시보다 더 높게). Table II는 대략적인 interference의 단계를 통해서 질량 측정치과 프로브로부터

의 거리 범위를 보여준다.

14. 테스트 셋업

장비는 다양한 water level을 가진 water container와 104P 였다 : 무한정의 표면을 시

Table II
(lb/1000ft²)

Error due to
steel place at (in)

Water Level	Two Sigma				
3	6	9	12		
0	12	20	0	0.2	
1000	16	-1-3	-1	0.8	
2000	15	6	5	-3	1.4
3000	31	18	1	6	2.5
4000	32	11	4	10	5.0
5000	68	12	5	-7	7.0
8000	164	6-9	-9	23.0	

신제품 및 업체 소개
월간 포장계 편집실
(02)835-9041

물레이트하기에 충분한 크기의 철판이 백그라운드 사용되었다. 이 철판은 프로브 측정 표면 (probe measuring surface)에서 다양한 위치에 놓여있다.

15. 결론

1. At 6 in. and beyond, (6인치 이상일 때) 백그라운드의 영향은 무시한다.

2. 위의 결과는 큰 철판의 경우이다. 파이프나 바와 같은 물체의 경우에는 표면 면적이 더욱 작아서 영향의 비례적으로 더 작다.

※상기 데이터는 제품 공급자인 NDC사에서 제공함. ☐

독 자 결 령 신 설

월간 포장계는 독자여러분들의 의견을 수용하기 위해 다양한 의견의 독자컬럼을 신설합니다.

어떠한 의견이라도 좋습니다.

포장인의 독설을 펼칠 지면을 활애하니 많은 참여 기다립니다.

필자는 밝히지 않겠습니다.

월간 포장계 편집실
TEL : (02)835-9041