

목 차

기술자료

- EPS 배수제를 이용한 콘크리트 옹벽 시스템 연구 1
(건설기술연구소 토목기사 김호비 외)
- 건축물의 음향설계와 음향재료 14
(건설기술연구소 건축기사 김상식)
- 고력볼트의 마찰접합에 대한 소고 23
(상원구조 소장 강석규)
- 특허 및 실용신안의 이해 34
(건설기술연구소 토목대리 육일동)
- 발파공법 및 발파진동의 저감대책 43
(건설기술연구소 토목대리 박진형)

시공사례

- 동절기 공사 시공사례 64
(인천국제공항 화물터미널현장 건축부장 이용남)

기술단신

- APEC 엔지니어링에 관한 소고 74
- 산업재산권 등록 및 출원 78
- 자료이용 안내 및 목록 80

EPS 배수재를 이용한 콘크리트옹벽시스템 연구

건설기술연구소 연구원 김호비, 책임연구원 주태성
한국건설기술연구원 연구원 최봉혁, 선임연구원 김진만

요 약 문

현재 국내외적으로 경량 성토 재료와 교대 뒤편 축조에 많이 사용되고 있는 EPS(Expanded polystyrene)발포재의 압축특성을 이용한 벽체 토압 경감 효과를 검증하였다. 이를 위해 EPS재료의 적절한 물성치 연구와 토압에 대한 이론적 고찰을 병행하였고, 수십 회의 실내 모형실험을 수행하여 최적의 단면을 선정한 후 배면 배수가 용이한 구조로 개량한 EPS배수재를 현장에 국내 최초로 시험 시공을 수행, 토압의 저감효과를 정보화계측으로 검측 하였다. 벽체 토압의 경우 EPS의 Arching effect효과로 인해 평균 30%이상의 저감효과를 확인하였고, 이에 따른 옹벽의 단면 개량에 따른 경제적 절감효과는 안정적으로 10%이상을 확인하였다. 현재, 이 기술은 특허가 4건 출원되어 있으며, 금번에 신기술추진을 예정중이므로 향후, 몇 개의 보완사항을 검증 후에 당사의 기술력확보와 T/K입찰수주, 대안 입찰 등 다방면으로 본 기술을 응용할 수 있을 것으로 예상된다.

본 고에서는 기술권 보호상 기본적인 연구 내용을 간략히 소개코저 한다.

1. 서 론

강성구조물인 옹벽은 횡방향토압을 받는 전형적인 토류구조물중의 하나로서 도로, 철도, 하천, 방조제, 지하연속벽, 택지조성 등 용지의 제한으로 인한 토지의 최적이용을 목적으로 사용한다. 예를 들어 옹벽은 택지를 조성할 경우, 지형 및 환경조건에 따라 자연상태경사보다 급한 구배로 절·성토를 실시할 때 횡방향에서 작용하는 흙의 압력에 저항하기 위해 적용한다.

이와 같이 옹벽은 흔히 접할 수 있는 구조물임에도 불구하고, 뒤편배수층의 통수능력의 저하로 인해 수압이 발생하거나 고성토시 다짐유발 응력과 과대 토압, 옹벽 설계 및 시공상의 어려움 등에 의한 사고가 종종 발생한다. 따라서 현재 콘크리트 옹벽은 부직포와 잡석을 사용하고 있는 배수층의 통수기능 개선 및

고성토시 적절한 토압경감 대책이 요구되는 실정이다.

국내의 경우, 옹벽 설계에는 뒤택음 흙의 공학적 특성, 옹벽의 기하학적 형상 및 벽체변위 등에 의한 영향을 고려한 흙쇄기이론을 사용하고 있으나 실제 옹벽은 벽체가 주동상태에 이르지 못할 정도의 미소한 변위가 발생하고 있으며 시공시 뒤택음흙의 다짐 등에 의해 설계토압으로 가정한 주동토압보다 큰 토압이 작용한다.

한편, EPS 성토공법은 일반 토사의 1/100 정도밖에 안되는 초경량성, 시공의 우월성, 작은 흡수성, 탁월한 내구성 및 자립성 등을 이용하여 노르웨이를 중심으로 한 북유럽국가들과 북미, 일본 등지에서 활발하게 사용되고 있는데, 국내에서는 1993년에 교대 뒤택음재로 EPS를 최초로 사용한 이래 2000년 한해에만도 100,000m³ 이상의 물량을 사용하는 등 급속한 발전을 하고 있다. 현재 적용되고 있는 EPS 성토공법의 주요분야는 크게 성토 및 구조물 뒤택음 분야이나 국내·외에서는 EPS 성토공법을 이용한 적용분야가 확장되고 있는 추세에 있다. 그 대표적인 사례로는 EPS 블록을 압축재로 활용하여 토체의 변위를 인위적으로 유발시킴으로서 토압을 저감하는 분야를 들 수 있다.

본 연구에서는 시공시 다짐에너지의 흡진효과에 의한 구조물 균열방지, 하중분산효과에 의한 국부적인 응력집중방지 및 압축특성을 이용하여 옹벽 벽체에 작용하는 수평토압을 저감할 수 있고 EPS 블록의 기하학적 형상을 배수가 용이한 구조로 개량하여 배수통로로서 사용할 수 있는 배수용 EPS블록을 이용한 콘크리트 옹벽 시스템을 제안하고자 한다.

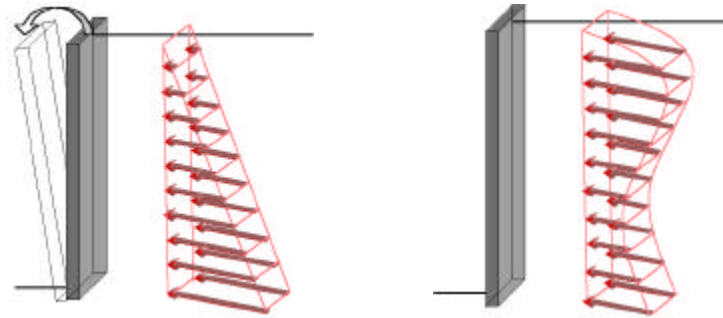
2. EPS 배수재를 이용한 콘크리트 옹벽시스템

2.1 고전토압이론

토압이란 지반이라는 연속체의 내부, 또는 그 경계면에 작용하는 응력을 총칭한다. 콘크리트 옹벽과 같은 강성벽체에 작용하는 토압의 분포와 크기는 벽체 변위와 밀접한 관계가 있으나, Rankine, Coulomb, 흙쇄기이론에 의한 삼각형 분포의 주동토압 및 수동토압을 이용하여 설계를 하고 있다.

그러나 굴착토류벽과 같이 구조물의 특성상 전면벽체의 변형이 허용되는 연성벽체는 벽체 변형에 따른 흙/구조물 상호작용에 따라 Rankine이 제시한 삼각형 분포 형태와는 다른 비선형 거동을 보인다는 사실이 Terzaghi-Peck 등에 의해 밝

혀졌다.



(a) 강성벽체의 토압

(b) 연성벽체의 토압

<그림 2-1> 벽체배면의 거동형태에 따른 토압

즉, Terzaghi-Peck의 토류벽체에 대한 연구계측결과에 의하면, 토류벽과 같은 연성벽체의 토압은 벽체 상단의 경우 발생 변형이 매우 작아 정지토압에 가깝고, 벽체 하단의 경우 발생 변형이 크기 때문에 아칭효과에 의해 Rankine 주동토압 보다 작은 토압이 발생하게 된다. 따라서 연성벽체에 작용하는 토압 분포는 <그림 2-1(b)> 에서와 같이 강성벽체에 작용하는 수평 토압의 분포와는 현저하게 다른 양상을 보인다.

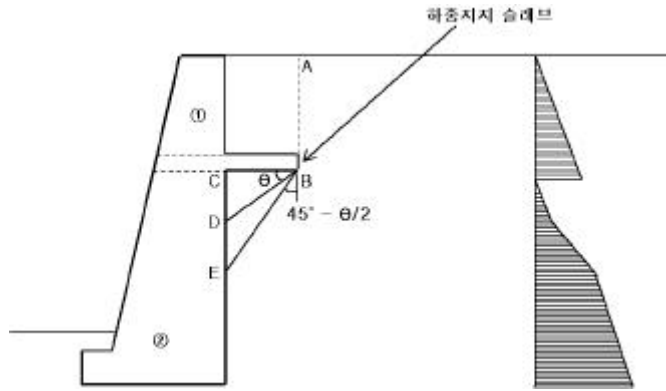
2.2 EPS 블록을 이용한 콘크리트 옹벽의 원리

최근까지 많은 연구자들이 옹벽 배면 토압 저감에 대한 대책을 제시하고자 노력하였다. 대표적인 사례는 <그림 2-2>와 같이 Li에 의해서 제안된 콘크리트 옹벽 배면에 구조슬래브를 설치하는 방법이다. 그림에서 보듯이 Li가 제안한 방법은 콘크리트슬래브를 이용하여 C점 위쪽의 모든 하중을 슬래브가 지탱함으로써 콘크리트슬래브 하단의 주동토압을 저감시키는 것이다.

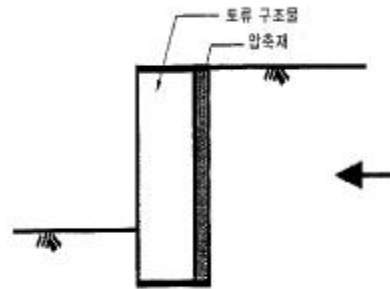
다른 방식의 토압저감 방안으로는 압축재를 이용하는 방법을 들 수가 있다. 이때 압축재는 토류구조물과 흙 사이에 작용 하중을 줄이려는 목적으로 사용된 재료를 말한다. 이러한 하중저감을 위한 압축재는 20세기초부터 시도되었으며, 관거 상부의 수직변형이나 흙막이 구조물에 작용하는 토압을 감소시키기 위한 방안으로 건초더미, 유리섬유(glass-fiber), 마분지 등이 사용되었다. 그러나 이러한 압축재료는 품질관리 측면에서 볼 때 응력-변형률 거동의 불규칙성, 과다한 압축성, 생화학적 분해 특성 등의 단점을 가지고 있어 사용상의 많은 제약을 받아왔다.

최근 EPS 블록은 성토공법에서 지반공학적 재료로서의 우수성이 입증되었다. EPS 블록은 20세기 초기 압축재로 사용된 건초더미, 유리섬유(glass-fiber), 마분지 등의 재료적 한계를 뛰어넘을 수 있는 재료로 평가할 수 있다. EPS 블록은

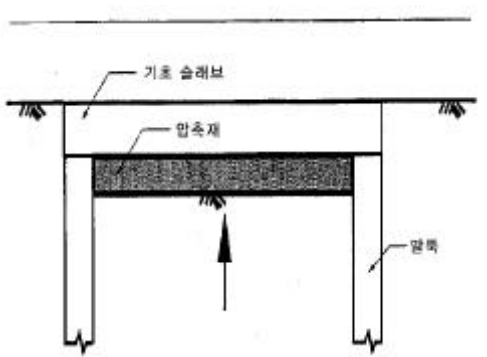
경량성에 기인한 우수한 시공성과 재료가 균질한 공학적 특성을 가지고 있어 압축재로서 최적의 재료적 특성을 갖추고 있다. EPS 블록은 일반적으로 밀도가 낮을수록 강도가 작으므로 압축성이 우수한 경향을 보이나, 밀도가 10kg/m^3 이하가 되면 발포 비드간 결합력이 약하여 쉽게 파괴되는 성질이 있으므로 지반공학재료로 이용할 때에는 10kg/m^3 이상의 제품을 이용하는 것이 바람직한 것으로 알려져 있다. <그림 2-3>에서는 압축재로서 EPS 블록의 지반공학적 활용 형태를 보여준다.



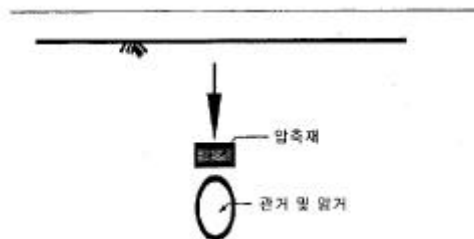
<그림 2-2> Li 방법에 의한 토압 저감 원리



(a) 옹벽 배면에 적용하는 경우



(b) 기초 슬래브 하부에 적용하는 경우



(c) 파이프 상부에 적용하는 경우

<그림 2-3> 압축재로서 EPS 블록의 지반공학적 활용 형태

2.2.1 압축재가 설치된 옹벽의 토압저감원리

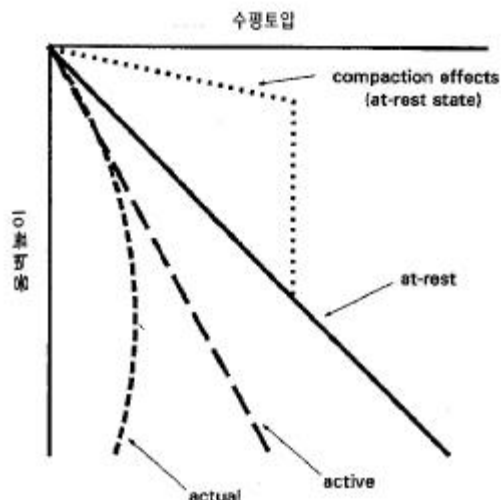
지금까지 콘크리트옹벽 구조물은 설계시 주동토압 상태를 기초로 하여 설계되었다. 앞서 언급된 많은 연구 결과에서 보듯이 주동상태를 가정한 옹벽 설계는 옹벽이 벽체 변형에 대해 흙의 전단강도가 발휘되기에 충분한 변형이 발생하는 경우에 있어서 타당한 것이며, 벽체의 변형이 구속되거나 제한되어 있는 경우 적합하지 않다는 것이 밝혀졌다. 이러한 옹벽 변형을 구속하는 요소는 여러 가지가 있으나, 크게 기하학적 구속, 외적인 구속, 구조물 자체의 강성 등의 세가지를 들 수 있다. 옹벽 배면 토압은 세가지 변형 억제 요소에 의한 구속이 발생하는 경우 정지토압 이상이 되어 비경제적인 설계를 유도한다. 따라서 압축재를 설치한 옹벽은 토체내에 인위적 변형을 압축재를 이용하여 발생시킴으로써 주동상태 이하의 토압이 유도되도록 한다.

지금까지의 연구결과에 의하면, 압축재를 설치한 강성벽체는 아칭효과가 발생하여 실제 작용하는 토압은 <그림 2-4>와 같이 옹벽 상단에서 주동토압과 거의 유사한 값을 나타내고, 옹벽 높이가 증가할수록 옹벽 중간 부위에서 최대가 되는 토압 분포 형태가 발생한다.

또한, Murphy(1997)는 옹벽 배면에 부분적으로 압축재가 설치된 경우에 있어서도 이러한 토압특성이 발생한다고 하였다. Horvath(1991) 등은 압축재를 이용한 토압저감방안 연구에서 이러한 개념의 옹벽 시스템을 "REP (Reduced Earth Pressure)-Wall"이라고 하였다.

압축재를 이용한 옹벽 시스템은 응력과 변형이 동시에 고려되는 옹벽, 압축재, 지반의 응력-변형을 거동 등의 흙/구조물 상호작용이 반영되어야 하므로 해석 및 설계가 매우 어렵다. 이러한 "REP-Wall"의 설계 개념은 그림 2.5에서 보듯이 압축재의 응력-변형 특성과 주동상태에 도달하기 위해 요구되는 흙의 변형을 일치시킴으로써 흙/구조물 상호작용을 간단히 반영하고 있다.

한편, EPS 블록을 이용한 강성구조물은 많은 공학적 장점을 가지고 있다. 특히 지진하중에 대한 효과는 특이한 장점 중에 하나이다. 연구결과에 의하면, 지진하중



<그림 2-4> REP-Wall 개념에 의한 토압 분포(Horvath(1991))

은 강성 구조물의 경우 상대적으로 연성인 구조물에 비해 200% 300% 정도 크게 발생된다. 이 경우 EPS 블록을 이용한 콘크리트 옹벽은 압축재가 지진시 자연스러운 압축 변형을 유도하여 지진하중의 저감, 그에 따른 구조물의 안정성 및 경제성을 확보할 수 있다.

1) 전단의 발현에 따른 수평토압의 감소

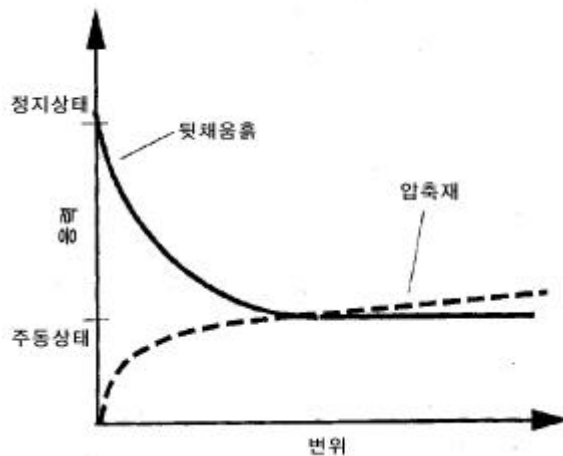
EPS 블록이 강성인 벽체와 배면토체 사이에 삽입되어 배면토체에 인위적 변위 유발을 일으킴으로서 전단강도가 발현됨으로서 토압저감효과를 가진다.

2) 배면토체의 체적변형을 수용함

EPS 블록은 토체의 팽창, 암석의 수분흡수에 따른 체적 변화 등에 압축성을 발휘하여 체적변형을 수용할 수 있다.

3) 구조물의 변형을 수용함

EPS 블록이 교대 등에 적용되었을 때 교대의 상판은 온도변화에 따라 구조물에 변형이 가해져 교대에 수동축의 변위를 가할 수 있다. EPS블록은 이러한 수동축의 변위를 수용할 수 있는 압축성 재료이다.



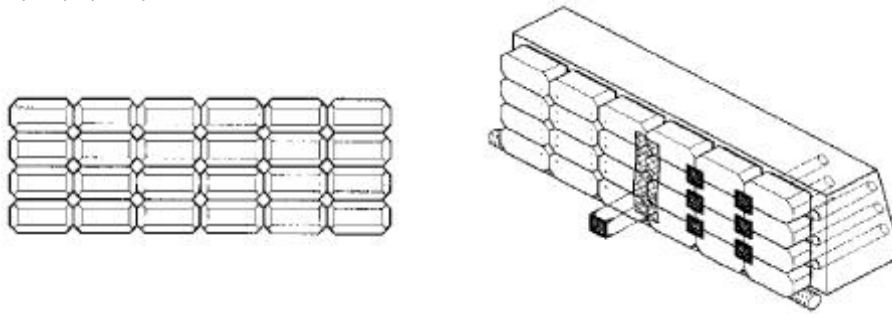
<그림 2-5> 지지된 흙과 압축재의 응력-변형을 거동특성 (Horvath(1991))

2.3 EPS 블록을 이용한 옹벽배면의 배수방법

본 연구를 통하여 개발된 배수용 EPS 블록을 이용한 콘크리트 옹벽 시스템의 시공은 성토하중에 따라 EPS 블록의 밀도 및 두께를 달리하면서 콘크리트 옹벽과 뒤채움 토체 사이에 다단으로 적층하여 시공된다. 개발 시스템에 이용된 압축용 EPS 배수재는 압축성 특성에 의한 인위적으로 토체 변위 유발, EPS 블록의 마찰 특성에 의한 벽면마찰 증대, 다짐시공 및 지진발생시의 수평토압의 저감, 배수부형

성 등 다기능의 효과가 있다.

개발된 배수용 EPS 블록은 <그림 2-6>과 같으며, 그림의 (b)에서 보듯이 토사 등의 유입에 의해 배수부가 막히는 현상을 방지하기 위한 부직포 스크린을 설치한다. 따라서 개발된 배수용 EPS 블록은 자연골재를 사용하지 않아 환경친화적이고, 시공이 용이하면서도 배수기능도 월등하여 기존 배수시스템에 비해 탁월한 효과가 기대된다.



(a) EPS 배수재를 쌓아 놓은 모습 (b) 옹벽 배면에 시공된 모습

<그림 2-6> 개발 EPS 배수재를 이용한 옹벽 시스템

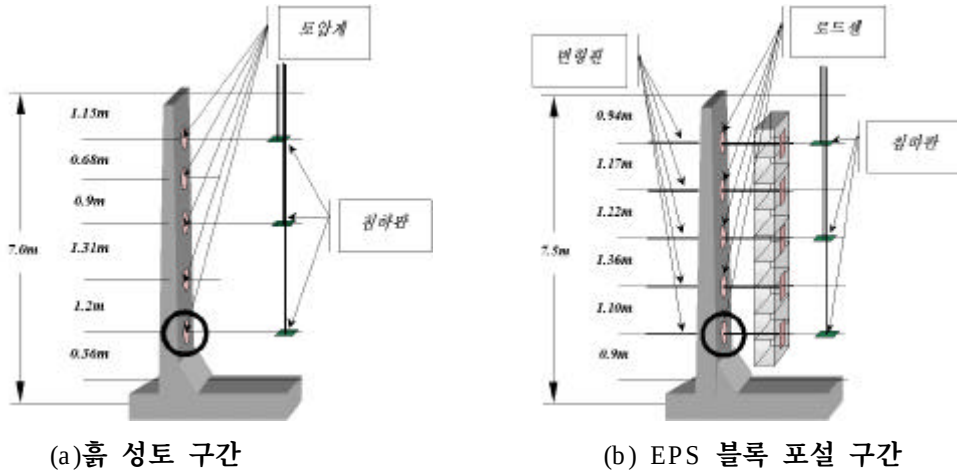
3. EPS 압축재를 이용한 콘크리트 옹벽의 시험시공 및 평가

3.1 현장 시험시공 개요

캔틸레버(역 T)형 콘크리트 옹벽의 직선부 1개소를 선정하여 토압계, 변형판, 침하판 등의 각종 계측기를 매설하고, EPS 압축재 포설 단면 및 무설포 단면에 대한 시공 중 및 시공 후의 작용 수평토압의 크기 및 분포형태, EPS 블록의 압축 변위량 등의 역학적 거동특성을 비교·분석하고자 시험시공을 “태안 서산간 국도 32호선 도로확포장공사 현장”에서 실시하였다. 해당 현장은 도로 인터체인지 건설을 위한 옹벽 시공이 리핑암 지반 위에 계획되었으며, 사용된 뒤채움 흙은 국내 널리 분포되어 있는 화강풍화토를 사용하였다. 뒤채움 흙시료는 현장 자연함수비 13.4%, 비중 2.67, 최대건조밀도 2.04 g/cm³, 최적함수비 8.5%, 통일분류법상 SW으로 나타난 화강풍화토로 판명되었다. 본 현장의 시험시공에 사용된 EPS 블록은 단위 중량 D-10, 두께 15cm 로 실내 모형토조시험 재료와 동일한 제품을 사용하였다.

압축용 EPS 블록을 이용한 콘크리트 옹벽의 현장계측 항목은 전면벽체에 작용

하는 수평토압, 지중침하, EPS 블록의 압축 변위량 등이나, 이중 지중침하에 관한 계측 결과는 본 논문에 수록하지 않았다. 또한, 현장계측에 사용된 주요 장비는 토압계로서 용량 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 인 스트레인게이지 타입의 수평토압계 및 로드셀 2종을 사용하였다. <그림 3-1>에서는 매설된 계측기의 매설위치 및 형태를 보여준다.



<그림 3-1> 계측기 매설도



<그림 3-2> EPS 용벽 설치 후 거동분석을 위한 계측

3.2 현장계측 결과 분석 및 평가

3.2.1 수평토압

<그림 3-3>에서는 본 현장의 흙성토 구간 및 EPS 블록 포설 구간의 벽체높

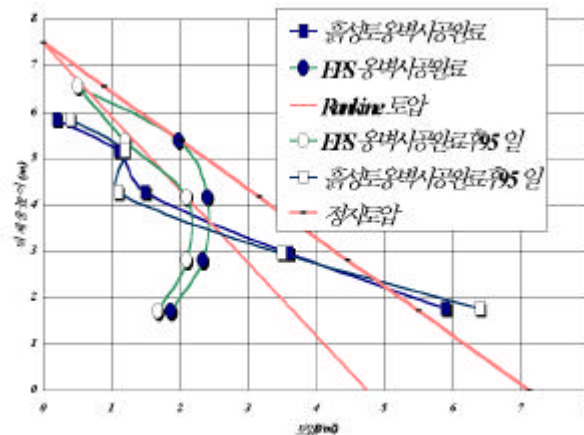
이에따른 옹벽 배면의 수평토압 계측결과를 보여준다.

그림에서 보듯이 흙성토 옹벽의 수평토압은 삼각형 형태의 토압분포로, 시간경과에 따른 토압변화가 미미하며, 그 크기가 옹벽 상단부에서 랭킨의 주동토압과 유사하고 옹벽 하단부로 갈수록 정지토압 보다 더 큰 상태의 토압을 나타낸다. 이러한 계측결과는 김명모(2000)의 연구결과에서도 유사한 경향을 나타내며, 그 원

인으로는 옹벽 하단부의 구속조건(기초근입부 옹벽 전면의 수동저항과 벽체 하단의 현치부에 의한 구속 효과)에 의한 변위 억제 효과 및 다짐유발 응력에 기인한 것으로 사료된다. 특히, 흙성토 옹벽의 수평토압은 기초저단으로부터 1.7m 부근의 경우 시공완료 직후 5.9t/m^2 , 시공완료 95일 후 6.4t/m^2 으로, 랭킨 주동토압의 약 2배 정도이다.

한편, 압축용 EPS 블록을 이용한 콘크리트 옹벽의 수평토압은 기존의 흙성토 옹벽과 달리 사다리꼴 형태의 토압분포로, 토류벽이나 보강토 옹벽과 유사한 분포 형태를 보였다. 또한, 본 옹벽의 수평토압은 시간경과에 따른 토압변화가 상대적으로 흙성토 구간에 비해 다소 큰 특성을 나타낸다. EPS 블록이 포설된 옹벽의 수평토압은 그 크기가 옹벽 상단부에서 0.4H구간 까지의 경우 랭킨의 주동토압 보다 다소 큰 값을 보이며, 0.4H에서 옹벽 하단부로 갈수록 작아지며, 시공완료 95일후 최하단 계측기의 토압은 1.68t/m^2 으로, 주동토압의 약 0.5배 정도 이다. 이때 옹벽 상단부 수평토압의 증가는 아칭 효과 발현시 하부 토체들의 옹벽 구체쪽으로는 변위에 의한 하중 분담의 영향으로 사료된다. 또한, 이러한 사다리꼴 분포특성을 가정할 때 합력의 작용점은 대략 0.41H 정도이다.

이러한 압축용 EPS블록을 이용한 콘크리트 옹벽의 수평토압은 앞서 언급된 실내시험결과와 마찬가지로 EPS 블록의 압축에 따른 아칭효과에 기인한다. 일반적으로 보강토 옹벽 및 가설 흙막이 구조물에서의 토압계수는 일반적인 옹벽의 벽체 변형 형태와 다른 포물선 형태의 변형특성을 고려하여 사다리꼴 토압분포로 0.45 ~ 0.65Ka를 가정하고 있다. 본 현장의 토압은 0.5Ka 정도를 보이나, 특히 옹벽

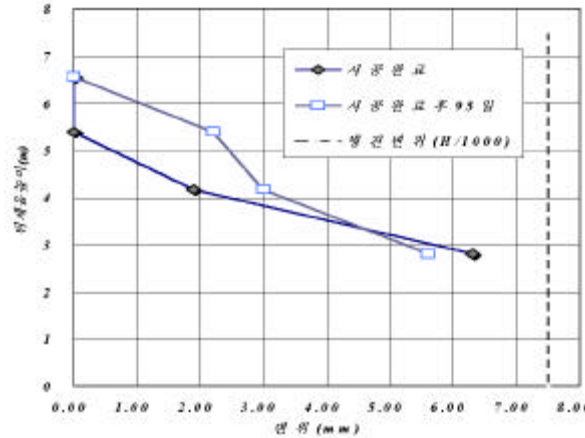


<그림 3-3> 벽체높이에 따른 수평토압 변화곡선

하단부의 경우 옹벽 높이(수직응력)가 높을수록 더 수평토압 저감 효과를 기대할 수 있는 형태를 보이고 있다.

3.2.2 EPS 블록의 압축 변위

<그림 3-4>에서는 시간경과별 벽체높이에 따른 EPS 블록의 압축변위량을 보여준다. 그림에서 보듯이 콘크리트 옹벽내 EPS 블록의 압축변위량은 삼각형 형태로, 벽체 하단부로 갈수록 변위량이 큰 형태를 나타낸다. 또한, EPS 블록의 압축변위량은 시간경과에 따라 다소 진전되는 형태를 보이고 있으며, 이는 앞서 언급된 시간 진전에 따른 수평토압의 변화 특성과 일치하며, EPS 블록의 압축에 따른 토체내 변위 유발이 직접적으로 토압에 영향을 미친다는 것을 보여준다.



<그림 3-4> 벽체높이에 따른 EPS 압축 변위량 곡선

한편, 압축용 EPS블록을 이용한 콘크리트 옹벽의 시공완료 후 95일 경과시까지 최대수평변위는 대략 6mm 정도로 옹벽높이(H)의 0.08% 정도가 발생한 것으로 나타났으나, 이는 다소 작은 양으로 계측에 따른 문제인 것으로 판단된다.

4. EPS 옹벽의 경제성 평가

[표 4-1]을 비교해 보면 배수용 EPS 블록을 이용한 콘크리트 옹벽은 기존 콘크리트 옹벽에 비하여 7m 옹벽의 경우 단위 m당 콘크리트 옹벽 시공비가 약10%, 8m 옹벽의 경우 약 13% 정도의 시공비 절감 효과가 있는 것으로 평가되어, 옹벽 높이가 증가할수록 더 경제적인 것으로 나타났다.

또한 공기 단축의 이점이 있어 부가적인 경제성이 확보되며, 특히 옹벽의 높이가 8m 이상일 경우 기존 콘크리트 옹벽의 경우 부벽식으로 전환하거나 공사비가 많은 보강토 옹벽으로 전환됨으로써 큰 추가 공사비용이 발생되지만 배수용 EPS

블록을 이용한 옹벽은 수평토압 저감 효과에 의해서 캔틸레버형 옹벽의 설계가 가능하게 되어 더 큰 경제성이 기대된다.

[표 4-1] 각 공종별 단가 비교 표

(단위 : m 당)

공종별	옹벽 높이 7m		절감액	옹벽 높이 8m		절감액
	기존옹벽	EPS옹벽		기존옹벽	EPS옹벽	
Con'c구입, 타설	594,099	538,397	55,702	808,506	714,251	94,255
코팅거푸집	120,336	122,246	- 1,910	135,636	139,456	- 3,820
합판거푸집	54,072	54,072	-	67,209	67,209	-
강관비계	87,545	87,545	-	99,620	99,620	-
부직포설치	9,779	10,790	- 1,011	12,224	12,308	- 84
쇄석설치	14,400	-	14,400	18,000	-	18,000
EPS배수재설치	-	27,840	- 27,840	-	31,775	- 31,755
철근가공조립	248,162	186,053	62,109	296,914	216,929	79,986
철근구입	223,745	168,390	55,355	267,722	196,242	71,480
합 계	1,352,139	1,195,334	156,805	1,705,832	1,477,770	228,062

5. 결 론

본고에서는 다짐균열 방지, 수평토압 저감 등의 효과가 탁월한 EPS 블록을 이용한 수평토압 저감 옹벽 시스템을 개발하고자 다양한 현장계측을 통하여 다음과 같은 결론에 도달하였다.

- 1) EPS 블록을 이용한 콘크리트 옹벽의 수평토압은 벽체 하단부로 갈수록 변위량이 큰 삼각형 형태의 EPS 블록 압축특성에 직접적인 영향을 받아 사다리꼴 형태의 토압분포특성을 가지며, 합력의 작용점이 대략 0.41H 정도로, 그 크기가 높이 7.5m의 옹벽의 하단부에서 주동토압의 약 0.5배 정도인 것으로 평가 되었다.
- 2) 경제성 분석결과 배수용 EPS 블록을 이용한 콘크리트 옹벽은 기존 콘크리트 옹벽에 비해서 최소한 10%이상의 경제성을 가지고있으며, 향후 발전적인

연구검증을 거쳐 개량한다면 경제적 절감 효과는 더욱 커지리라 예상된다.

[참고문헌]

1. 김명모(2000), “옹벽의 설계 자동화기법에 관한 연구”, ‘97 건설교통기술연구개발사업 보고서.
2. 김홍택, 백영식(1992), “옹벽의 설계 및 발생토압에 관한 고찰”, 한국지반공학회지, 제8권, 제4호, pp. 99 ~ 117
3. J. S. Horvath(1996), "The Compressible-Inclusion Function of EPS Geofoam : An Overview", Int. Symp. on EPS Construction Method, 1996, pp. 72 ~ 81
4. Yuichi, Yasuaki, Shuichi, Jun'ichi "Earth Pressure Reduction for Culverts Using EPS", EPS Tokyo '96 Japan, 1996, pp. 214 ~ 221

상기 결론 외 자세한 기술적 사항은 기술권보호상 생략 하였으며, 자세한 사항은 별도로 건설기술연구소로 문의하시기 바랍니다

건축물의 음향설계와 음향재료

건설기술연구소 건축기사 김상식

1. 서론

산업사회가 대형화, 밀집화 되어가는 추세에서 소리의 의미는 중요한 의사소통 수단이라는 이면에 원치 않는 소리의 발생으로 인하여 많은 문제가 야기되고 있다. 한곳에서는 생활환경에서 부득이 발생하는 소리가 다른 한편에서는 소음으로 느껴져 불만을 제기하게 되는 경우가 점점 늘어남으로 인하여 생활의 많은 부분을 차지하는 주거공간에서의 소음은 점점 심각한 문제로 대두되고 있는 실정이다. 특히 공동주택의 경우는 세대 경계면을 이웃과 공유하고 있기 때문에 세대간 벽체 투과음, 바닥충격음 및 설비소음 등에 대한 시급한 저감대책 방안 모색이 요구되어 지고 있다.

따라서 건축공간에 대한 음환경 설계의 필요성과 관심을 제고시키고, 설계시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 건축공간의 음향성능을 결정짓는 중요한 인자인 음향 재료의 종류와 기능에 대해 간단하게 정리한 후, 이들 음향 재료 중 주변에서 쉽게 접할 수 있는 흡음재료와 차음재료에 대해 각각의 기능과 특성, 재료의 선정방법 및 시공시 고려사항 등을 설명하고자 한다.

2. 음향 재료의 정의와 종류

음은 통상 대기 중 어떤 물체(음원)의 고속진동에 의하여 발생하게 되며, 그 진동은 공기 중에 전파되어 음파로 되고, 우리들 귀에 도달하게 된다. 따라서 음향 재료라고 하는 것은 우리들 귀에 도달하는 음파의 강도나 주파수특성 등을 귀의 요구에 대응하여 도달하기 위해 사용되는 재료를 일컫는다. 이러한 음향재료는 현대 건축물이나 설비, 자동차 등 다양한 곳에 사용되고 있다. 그리고 이들 재료는 흡음기능이나 차음기능, 방진기능 등을 목적으로 특수하게 개발된 재료도 있으나 대부분의 음향재료는 일반적인 건축재료 중에서 음향적으로 특징이 있는 것들을 사용하거나 개량하여 이용하는 경우가 대부분이다. 음향재료는 그 기능이나 적용

대상 등에 따라 다음과 같이 흡음재료, 차음재료, 제진재료, 방진재료 등 크게 4가지로 구분하고 있다.

[표 2-1] 건축음향 재료의 구분

종 류	정 의
흡음재료	공기중을 전파하여 입사한 음파가 반사되는 양이 작은 재료로서 주로 천장, 벽 등 내장재료로 사용됨. 주로 실내의 잔향시간을 줄이며, 메아리 등의 음향장애 현상을 없애고, 실내의 음압레벨을 줄이기 위하여 사용됨.
차음재료	음의 전달경로를 도중에서 벽체 재료로 감쇠시키기 위하여 사용되는 재료를 말하며, concrete, block 건축용재, 건설·토목용재 등이 소음방지 목적에 사용됨.
제진재료	진동체 자체에 도장을 하거나 특수재료를 부착하므로써 기계적인 가진이나 충격에 의한 진동 발생시 그 표면에서 방사되는 음파를 약화시키는 재료
방진재료	진동체와 접촉하는 구조체 사이에 진동의 전달을 약화시키기 위하여 사용하는 재료로서 주로 기계류, 배관류의 탄성지지나 뜬바닥 구조용 탄성재 등으로 이용됨.

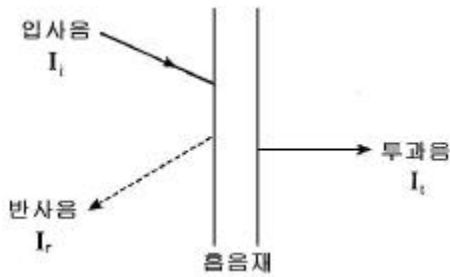
3. 흡음재료

건축 기능의 하나로서 거주환경의 조정이 중요시됨에 따라 건축물 내외에 존재하는 각종 소음원을 제어할 필요성이 증대되어 흡음재료가 일반건축물에도 폭 넓게 사용되어지게 되었다.

3.1 흡음재료의 기능과 성능지표

건축물에 사용되는 모든 재료는 종류나 구조에 따라 차이는 있으나 그 재료에 도달한 음에너지의 일부를 흡수하거나 투과시킨 후, 나머지를 반사시키는 성질을 갖고 있다. 이때 반사되지 않은 부분 즉, 음의 흡수투과를 흡음이라 한다. 이론적으로는 재료에 입사한 음에너지가 열에너지로 변환되는 것을 말하며, 그 효과가 있는 재료를 흡음재료라고 부른다.

이들 흡음재료의 기능은 강당, 음악당, 방송스튜디오 등에서 반사음 등을 제거하여 소리의 청취조건이나 마이크로폰의 수음조건을 개선하기 위한 실내음향 조



<그림 3-1> 흡음재의 입사·반사·투과

정기능과 소음 발생원 주변에 흡음재를 배치하여 소음레벨을 저하시키는 등의 거주환경조정을 위한 소음제어 기능으로 나눌 수 있다. 이때, 소음제어기능으로서 소음 발생원과 피해지점과의 거리가 가깝거나 소음의 직접영향이 클 때에는 흡음에 의한 방음효과가 크지 않음에 주의해야 한다.

흡음재료나 흡음구조의 흡음성능은 흡음율(α)로 표시되며,

$$\alpha = 1 - \frac{\text{재료에 입사한 음의 강도}(I_i)}{\text{재료로부터 반사된 음의 강도}(I_r)}$$

로 정의된다. 그리고 흡음율은 재료의 종류나 사용 조건 외에 음의 입사조건과 관계가 있는데, [표 3-1]은 현재 사용되고 있는 3가지 종류의 흡음율을 설명한 것이다.

[표 3-1] 흡음율의 종류

종 류	정 의	측정방법	적용대상
수직입사 흡음율	평면음파가 재료에 수직으로 입사할 때의 흡음율로서 원형이나 정방형 단면의 관을 이용하여 측정	KS F 2814(관내법에 의한 건축재료의 수직입사 흡음율 측정방법)	작은 면적의 시료를 이용하여 흡음율을 산출할 수 있어 주로 재료 개발, 제품의 품질관리 등에 이용.
斜入射 흡음율	평면음파가 특정한 정사 방향에서 입사할 때의 흡음율	측정방법상 원리적인 어려움이 있어 아직 표준화가 되어 있지 않음	외국에서는 옥외용 흡음재료의 연구나 성능 시험 등에 사용되고 있음.
랜덤입사 흡음율	모든 방향으로부터 평면음파가 입사할 때의 흡음율, 잔향실법 흡음율이라고 함	KS F 2805(잔향실법 흡음율의 측정방법)	현재 시중에 나와있는 흡음재료의 흡음성능은 이 방법을 이용한 것임.

실내에서의 흡음 정도는 흡음력 또는 평균흡음율로 표시된다. 흡음력은 재료의 흡음율에 그 재료의 사용면적을 곱한 값이고, 평균흡음율은 벽이나 천정 등에 사용된 재료의 차이에 따라 흡음율이 다를 경우, 각각의 흡음력을 더한 총흡음력을 전체 면적으로 나눈 값이다. 일반적으로 실내에서는 이러한 평균흡음율을 높이면

실내의 확산음을 줄여 소음레벨을 저하시킬 수 있는데 평균흡음율을 2배로 높일 경우에는 3dB, 3배로 높일 경우에는 약 4.8dB 정도의 소음 저하량을 얻을 수 있다. 그러나 특별하게 흡음재를 사용하지 않은 일반적인 실은 평균흡음율이 0.1~0.2정도이고, 어느 정도 개선한다해도 평균흡음율은 0.5~0.6정도밖에 안되기 때문에 소음저하량을 높이는데 한계가 있음을 고려해야 한다.

3.2 흡음재료의 선정과 시공

실내음향조정이나 소음제어를 목적으로 사용하는 흡음재료는 다공질재료, 성형 흡음판, 구멍판 등과 같이 주로 재료의 외관에 따라 분류하는 경우가 많으며, 실제로도 외관상의 특징은 재료의 흡음성에 많은 영향을 미치게 된다.

[표 3-2] 흡음재료의 분류

구 분	성분 현상	종 류
다공질 흡음재	섬유상 chip, fine상	glass wool, rock wool, stainless wool 등 콜크판, 석고보드, 모래, 콘크리트 블록
공명형 흡음재	공판, slit 판상	석면, aluminium판, 합성수지판 등
판진동형 흡음재	판상	베니어판, 석면 시멘트판

흡음재의 종류는 [표 3-2]에 나타난 바와 같이 다양하기 때문에 사용목적에 적합하다고 판단되는 것을 선정해야 하는데, 가장 먼저 고려해야 하는 선정기준은 말할 필요도 없이 흡음 특성이며, 다음으로 그 재료의 외관표면, 흡음 메커니즘이나 시공의 난이도를 검토하고, 최종적으로는 경제성에 의해 최종 결정하는 것이 바람직하다. 그 이외에는 적용장소에 따라 기계적인 강도, 내화·내열성, 내수성, 빛 반사성 등을 고려하여야 한다.

이들 흡음재료 중 제일 많이 사용하는 것은 유리면이나 암면과 같은 다공질 재료이다. 이러한 재료를 사용하여 흡음처리할 경우, 강도나 외장을 보완하거나 보수를 용이하게 하기 위해 그 재료의 표면을 별도의 재료로 피복하거나 마감하게 된다. 이런 경우 표면마감방법에 따라 흡음특성이 변화하는 경우가 많기 때문에 가능한 한 실제 사용상태의 흡음구조에 대한 측정결과를 바탕으로 흡음계획을 수립하는 것이 필요하다.

☞ 흡음재료의 선택과 사용시 주의사항 ☜

- 1) 흡음률은 시공할 때 배후 공기층 상황에 따라 변화됨으로 시공할 경우와 동

일조건의 흡음률을 이용해야 한다.

[표 3-3] 흡음재의 특성

재 료 구 조		제 품	특 징	시공시 주의사항
다공 질형	가 는 섬 유 로 구성된 것으 로서 다수의 작은 공극을 을 지니고 있 음	유리면 암면 뿔칠섬유 목모시멘트판 직물류	중·고음역에서 흡음은 양호. 재료의 두께, 배후공기층, 두 께증가로 저음역 흡음특성 증가. 표면마감처리방법에 의해 흡 음특성이 변함.	재료 표면의 공극을 막 는 표면마감을 하지 말 것. 뿔칠재료는 두께나 흡 손질에 주의. 부착방법, 배후공기층등 에 대한 현장감리는 꼼 꼼하게 수행할 것.
공명 기형	경질판에 다 수 구멍을 관 통시킨 것으 로서 구멍과 배후공기층으 로 구성	유공합판 유공하드보드 유공석고보드 유공석면시멘트판 유공알루미늄판 단일공명기형 흡음판	저음역의 공명주파수부근에 흡음효과는 최대 판의 두께, 구멍크기와 간격, 배후조건에 따라 특성이 달 라지고 유효주파수대역이 변 화함. 배후공기층을 크게하면 흡음 주파수역이 넓어짐. 배후공기층에 흡음재를 넣으 면 흡음율이 좋아짐.	표면도장은 자유로우나 구멍이 막히지 않도록 해야 하며, 지정한 뼈대 구조나 배후구조를 준 수할 것.
판진 동형	경질판 또는 막으로 공극 이 없기 때문 에 배후 공기 층과 함께 구 성함	합판 석고보드 플라스틱판 석면시멘트판 비닐쉬트	80 300Hz의 저음역의 특정 공명 주파수 부근에서 흡음 효과. 최대(흡음율 0.2 0.5)고음역 에서는 흡음률은 0.1내외임. 재료의 판진동에 의한 흡음 이기 때문에 견고하게 붙이 는 것 보다는 못을 이용하여 붙이는 것이 효과적임.	판의 재질, 뼈대구조, 부착방법, 배후조건 등 은 설계대로 시공할 것. 표면도장은 일반적으로 자유로움.

- 2) 흡음재료를 벽면에 부착할 때는 한곳에 치중하는 것보다는 전체 벽면에 분산해 부착하는 것이 효과적이다.
- 3) 흡음실의 모서리나 가장자리 부분에 흡음재를 부착시키면 더욱 효과적이다.
- 4) 흡음 섬유 등은 다공질에 의한 흡음작용 뿐만 아니라 판진동에 의한 흡음력도 발생되므로 전면을 접착재로 부착하는 것보다는 못으로 시공하는 방법이 바람직하다.

- 5) 다공질 재료는 산란되기 쉬운 바 표면을 얇은 천으로 피복하는 것이 바람직하며, 그래야 흡음률이 증대된다.
- 6) 다공질 재료의 표면을 도장하면 고음역 소음은 흡음률이 저하된다. 그래서 개공률 20%, 반드시(30%이상이 바람직) 이상으로 해야 한다.
- 7) 막진동 및 판진동형은 도장하여도 크게 차이가 없다. 또한 다공질 재료는 표면에 벽지 등의 종이를 입히는 것을 피해야 한다.

4. 차음재료

4.1 차음재료의 기능과 성능지표

대기 중의 소리가 한 공간에서 다른 공간으로 전파되는 것을 방지하는 것을 차음이라 한다. 따라서 차음재는 입사하는 에너지의 대부분을 반사시키고, 가능한 한 재료 내부에 음을 흡수시키는 것이 바람직하다. 재료 내부에서 음을 많이 흡수한다고 할지라도 입사에너지를 효과적으로 반사시키지 못하면 차음재로는 부적당하며, 구조체에 틈새들이 있는 경우도 차음재로 사용하지 않는 것이 바람직하다. 이들 차음재료에 의해 구성되는 차음구조의 용도는 매우 다양하나 그 중에서 대표적인 것을 나타내면 다음과 같다.

- 1) 상호 음향차단 : 인접실의 소음이 들리지 않도록 또는 인접실에 이 쪽의 음이 들리지 않도록 하기 위한 차음용 칸막이벽(문포함)이나 경계벽, 차음용 바닥천장구조에 사용.
- 2) 음원측의 음향출력 저감 : 소음원으로 되는 기계류 등의 소음방사를 막기 위한 방음카바나 기계실 주변벽(출입구 포함)에 사용
- 3) 수음측에서의 소음의 저감 : 외부로부터 소음이 침입되지 않도록 하기 위한 외벽, 지붕구조 및 창 등의 개구부에 사용
- 4) 차폐재료 : 소음을 경감시키기 위한 방음용 벽의 본체로서 사용
- 5) 덕트 등의 감음처리 : 기류소음이 큰 덕트의 피복재료로 사용하거나 큰 소음을 일으키는 급배수관 등의 파이프 샤프트용 재료로 사용
- 6) 기타 : 공기음의 형태로 전파되는 음파의 차단이 필요한 부분에 사용

차음재료의 성능지표는 재료 자체만의 성능을 측정하느냐, 아니면 공간성능을 측정하느냐에 따라 음향투과손실과 음압레벨차 등 2가지가 사용되고 있다.

[표 4-1] 차음성능지표의 종류 및 측정방법

성능지표	산출 방법	측정 방법
음향투과손실 (dB)	건축재료의 차음성능을 나타내는 기본 지표이며, 잔향실에서 측정된 것임. $TL(음향투과손실=L_1-L_2+10\log_{10}(S/A))$ (dB) L_1 : 음원용 잔향실의 평균음압레벨(dB) L_2 : 수음용 잔향실의 평균음압레벨 (dB) S : 시료면적(m^2) A :수음용 잔향실의 흡음력(m^2)	건축용 재료에 대한 음향투과손실의 측정 은 KS F 2808
음압레벨차 (dB)	두 실간의 공간차음성능을 평가하는 지표임 $D=L_1-L_2$ (dB) L_1 : 음원실의 실내 평균음압레벨(dB) L_2 : 수음실의 실내 평균음압레벨 (dB)	음압레벨차를 산출하기 위해서는 각 실에서 음압레벨을 측정 KS F 2809

4.2 차음재료의 선정과 시공

소음제어를 목적으로 사용하고 있는 차음재료는 유리, 철판, 알루미늄, 콘크리트, 벽돌, 석재, 합판, 석고보드 등 사용원료나 제품에 따라 그 종류가 다양하며 그 적용 대상 및 부위 또한 매우 광범위하다.

이들 차음재료 중 건축물에 가장 많이 사용되고 있고, 일반화되어 있으며, 차음성능이 가장 좋은 재료는 말할 나위없이 콘크리트 계통의 재료이다. 그러나 건축물이 고층화에 따른 자중경감의 필요성과 공간구획 변경의 용이성 등을 고려하여 경량의 건축자재가 많이 사용되고 있다. 그러나 재료가 경량화되면 그만큼 차음성능이 저하할 우려가 높기 때문에 이를 개선하기 위한 방안들이 개발되었는데, 그 대표적인 것이 석고보드 등 보드류를 표면재료, 공기층 또는 흡음재 등을 심재로 사용하여 구성된 복합차음구조이다. 그러나 이들 구조는 “공명투과현상”과 “코인시던스효과”로 인해 질량법칙에 의해 구한 차음성능보다 저하하는 현상이 발생하기 때문에 이러한 차음성능 저하현상이 설계대상 주파수 대역 이하나 이상에서 발생하도록 하는 방안이 고려되어야 한다. 먼저 주파수대역에서 공명투과에 의해 발생하는 차음성능 저하현상은 사용된 표면재료(보드류)의 면밀도(단위면적당 중량), 공기층의 두께와 관계가 깊기 때문에 이점을 고려하여 차음구조를 설계하여야 한다. 그리고 코인시던스 한계주파수 부근에서 발생하는 차음성능 저하 현상을 방지하기 위해서는 코인시던스 주파수가 다른 재료를 조합하거나 점탄성체의 적용에 의한 재료의 내부손실을 증가시키는 방법 등이 사용될 수 있을 것이다.

음은 공기의 진동이다. 따라서 공기의 통로가 있으면 그곳으로 소음이 전달되

기 때문에 아무리 차음성이 좋은 재료를 사용했다 하더라도 그 구조나 시공상 틈새가 있으면 계획한 차음량이 얻어지지 않는다. 따라서 틈새발생 가능성이 높은 차음구조는 가능한 채용하지 않는 것이 바람직하며, 시공시에도 틈새가 발생하지 않도록 주의해야 한다.

[표 4-2] 차음재료의 종류

구 분	종 류
단일벽(일체 진동벽)	콘크리트벽, 벽돌벽, 블록벽 등
이중벽(다공질 흡음재료 충전)	석면·슬레이트판, 목·모 시멘트판, 베니어판
샌드위치 패널	glass wool, rock wool, 스티로폴, 우레탄, 하니캡, 합판
다중벽(3중벽 이상)	단일벽을 여러 겹으로 설비한다.

차음계획은 설계대상공간의 소음레벨을 허용 소음레벨 이하로 줄이기 위해 요구성능을 만족하는 재료를 선정하여 건축계획에 반영하는 것이나 차음성능 이외에 적용장소에 따라 건축상의 구조강도, 내화 내열성, 내수성, 단열성 등 각종 성능과 시공의 용이성, 의장성 등을 고려함과 동시에 경제성을 고려하여 종합적인 차음계획을 수립하는 것이 필요하다.

[표 4-3] 차음재료의 적용대상 및 부위

적용대상	적용부위
건축물	외벽(창 포함), 세대간 경계벽, 칸막이벽, 기계실벽 등
기계장치 등 설비	배관, 방음카바 등
기 타	차체, 격벽, 방음벽 등

[표 4-4] 차음재료의 종류별 특성 및 시공시 고려사항

재료구조		제품의 종류	특 성	시공시 고려사항
단 층 구 조	단일판	철판, 알루미늄판, 석고보드, 석면시멘트판, 플렉시블보드, 판유리 등	확실히 큰 차음량이 얻어짐. 고음역일수록 효과가 큼. 면적당 중량이 클수록 효과가 큼.	재료의 주위나 연결부에 틈이 있으면 효과가 없음. 차음효과를 높이기 위해서는 중량을 높일 수 있는 부착공법을 적절히 사용해야 함.
	단일벽	철근콘크리트, 시멘트블록, ALC블록	두께가 두꺼울수록 효과가 큼. 코인시던스에 의한 성능저하에 주의.	
복 합 구 조	적층판		사용재료나 조합방법에 의해 특성이 바뀜.	기성재료는 패널크기에 맞는 부착방법을 채용하고, 틈이 없도록 함. 현장에서 복합시공하는 경우에는 뼈대의 구조나 충전재료, 부착방법에 오류가 발생하지 않도록 한다.
	샌드위치판	중공층 샌드위치판 다공질계 샌드위치판 발포재계 샌드위치판	재료 단독성능이 효과에 큰 영향. 중간층의 재료나 간격에 의해 특성이 바뀜. 공명투과에 의한 특성저하에 주의.	
틈 새 처 리	코킹	연질재료	틈에 의한 차음효과 저하를 방지.	개구부(창, 문) 등의 주위에 틈이 없도록 충전한다.
다 중 구 조	현장 시공	철근콘크리트 시멘트블록 도장벽 이중벽	사용재료, 구조에 의해 특성이 바뀜. 겹쳐지는 재료의 특성이 효과에 영향을 미침. 실제 시공사례에 대해 측정된 특성을 채용한다.	설계대로 시공되도록 현장관리가 중요함.
건 구 류	창, 문	방음창 방음문	일반적으로 고음역일수록 효과가 큼. 유리의 두께에 의한 특성 차이가 큼. 차음 목적에는 기밀형 샤시가 적합. 건구의 크기나 부착방법에 의해 효과가 다름. 실제 사용하는 제품의 특성을 채용.	건구류를 주변에 충전시 틈이나 장치를 손상시키거나 빼돌어지지 않도록 양생에 주의. 유리를 끼워 넣을 때에는 틈이 없도록 함.

5. 결 언

건축물의 소음문제를 해결하기 위해 음향재료의 선택은 이제 필수요소로 자리매김하게 되었다. 수많은 음향재료들을 적재적소에 사용하기 위해

- 1) 음향재료의 물리·화학적 특성을 파악하는 것이 중요하다.
인체유해성 시험, 건조수축 시험, 내열시험, 내한시험, 내열·내한시험, 이질재료와의 반응시험등을 통해 인체의 유해성 정도 및 내구성을 검토해 볼 필요가 있다.
- 2) 성능고도화 요구성에 대응하여 다양한 음향재료의 개발과 기존 음향재료의 성능 개선이 필요하다.
저감재료의 물리·화학적 특성을 토대로 보다 나은 기술의 개발이 필요하다.
- 3) 음향재료의 정확한 시공과 성능실현을 위한 시공자의 지침개발이 필요하다.

등의 개선이 시급할 것이다.

[참 고 문 헌]

1. 이규성외 7인, “소음·진동공학”, 형설출판사, 1999
2. 정일록, “소음진동 이론과 실무”, 신광문화사, 1995
3. 삼성 건설기술연구소, “ 공동주택 바닥충격음 저감재료의 성능평가 및 적용방안에 관한 연구”, 1997
4. William J. Cavanaugh, "Architectural Acoustics principles and practice", John Wiley & Sons, Inc. 1999

고력볼트의 마찰접합에 대한 소고

- 현장에서 자주 발생하는 사항들을 중심으로 -

상원구조 소장 강석규

1. 서 론

강구조물의 고력볼트 접합은 힘을 전달하는 메카니즘에 의하여 마찰접합(friction type)과 지압접합(bearing type)으로 분류된다. 마찰접합은 볼트의 조임 토크에 의하여 도입되는 축방향 인장력(pretension)에 의하여 접합재간에는 압축력이 발생되며, 이로 인하여 접합되어지는 부재의 접촉면간에는 마찰저항력이 발생하게 된다. 이 마찰저항력에 의하여 힘이 전달되는 방식으로 원칙적으로 외력이 볼트에 직접 작용하는 것은 아니다. 이에 비하여 지압접합은 볼트 축부의 전단강도와 접합되어지는 부재의 구멍의 측압에 의하여 힘이 전달되는 방식으로, 시공상의 난점이 있지만 볼트 구멍의 이격이 거의 없어져 볼트의 전단내력에 접합재간의 잔류마찰력과 지압내력이 부가되어 외력에 저항하므로 마찰접합보다 고력볼트의 고강도를 효과적으로 이용할 수 있는 방식이다.

이 두가지 방식 중에서 현장에서 주로 많이 사용되는 방식인 마찰접합에 대하여 일반사항들과 현장에서 많이 문의하는 항목들을 정리하여 현장 실무자에게 참고자료를 제공하고자 하는데 본 소고의 목적이 있다.

2. 일반사항

2.1 고력볼트의 종류 및 제원

현재 현장에서 주로 사용되는 고장력볼트는 다음 두가지로 대별된다.

- ① 고장력육각볼트 : 1종 F8T, 2종 F10T
- ② 특수고장력볼트 - T/S볼트 : S10T (F10T에 해당) 1종류

토크계수치에 따른 종류 A, B는 너트 및 와셔의 표면처리상태의 차이로 구분되며, A종은 너트에 표면윤활처리를 하여 토크계수치를 낮게 안정시킨 것이고, B

중은 방청제 처리만 하고 표면윤활처리는 하지 않은 것을 말한다. 일반적으로 M22 이상에서는 B종이 없고 A종만으로 제한하고 있는데, 이는 보다 작은 토크로 볼트를 체결하고자하는데 있다. T/S볼트는 A종만 사용하는 것이 일반적이다.

[표 2-1] 고력볼트 종류와 등급

셋트의 종류			구성부품의 기계적 성질에 의한 등급		
기계적 성질에 의한 종류		토크계수치에 의한 종류	볼트	너트	워셔
고장력 육각볼트	1종	A & B	F8T	F10(F8)	F35
	2종	A & B	F10T	F10	F35
T/S볼트			S10T & F10T	F10	F35

그리고 볼트 규격에 있어서 한국은 F8T, F10T 이며, 일본은 여기에 F11T가 더하여 있으며, 미국은 A325 & A490 으로서 그 재질은 다음과 같다. 현장에서 관련 자료를 참조하고자 할 경우 미국 A325 볼트는 F8T와 유사하며, A490 볼트는 F10T와 유사하므로 상호 비교 검토하여 적용하면 별다른 문제가 없을 것으로 사료된다.

[표 2-2] 고력볼트의 기계적 성질에 대한 규격

국가	규격	명칭	항복점 (kg/mm ²)	보증응력 (kg/mm ²)	인장강도 (kg/mm ²)	연신율 (%)	단면축소 (%)
한국 KS	B1010	F8T	64 이상		80-100	16	45
		F10T	90 이상		100-120	14	40
일본 JIS	B1186	F8T	64 이상		80-100	16	45
		F10T	90 이상		100-120	14	40
		F11T	95 이상		110-130	14	40
미국 ASTM	A325	½ - 1	64.7	59.6	84.2	14	40
		1⅞ - 1½	57.1	52.0	73.9	14	40
	A490	½ - 1½	91.3	84.1	105.6	14	40
	A449	¼ - 1	64.8	59.7	84.2	14	40
		1⅞ - 1½	57.1	52.0	74.0	14	40
		1¾ - 3	40.8	38.8	63.3	14	40

주) ① ASTM A449 : quenched and tempered steel ② AISC permits use only for bolts larger than 1½in and for threaded rods and anchor bolts.

2.2 볼트 구멍

볼트 축부 직경에 대하여 standard hole은 1.5mm를 더하여 사용되지만 현장에 서 여러 종류의 볼트 구멍 즉 oversize hole, short slot hole & long slot hole 이 사용되고 있다. 이러한 구멍들에 대한 제원에 대하여 별다른 규격이 없어 미국 AISC에 언급된 값을 소개하고자 하며, 이 값은 현장에서 적용할 수 있는 제원과 허용오차에 대한 참고자료로 사용될 수 있다.

[표 2-3] 최대 볼트 구멍

bolt size	standard hole	oversize hole	short-slotted hole	long-slotted hole
M 16	17.5	20.5	17.5×22.0	17.5×40.0
M 20	21.5	24.5	21.5×26.0	21.5×50.0
M 22	23.5	26.5	23.5×28.0	23.5×55.0
M 24	25.5	30.5	25.5×32.0	25.5×60.0
M 28	29.5	36.0	29.5×37.5	29.5×70.0
M 32	33.5	40.0	33.5×41.5	33.5×80.0
M 35	36.5	43.0	36.5×44.5	36.5×87.5
M 38	39.5	46.0	39.5×47.5	39.5×95.0

standard hole = bolt diameter + 1.5

oversize hole = bolt diameter + 4.5($\leq$ M 22) 6.5(M 24) 8.0($\geq$ M 28)

short-slotted hole = (bolt dia.+1.5) × (oversize hole dia.+1.5)

long-slotted hole = (bolt dia.+1.5) × (2.5 x bolt dia.)

3. 고력볼트 접합

3.1 전단내력

고력볼트 자체의 강도 측면에서 전단내력은 $2.0t/cm^2$ (F8T), $2.5t/cm^2$ (F10T)에 달하지만 사용성(serviceability) 측면에서 마찰접합 볼트의 전단내력은 볼트 전단 강도의 60%인 $1.2t/cm^2$ (F8T), $1.5t/cm^2$ (F10T)로서 다음 식으로 표현된다. 이 식을 살펴보면 접합재간의 마찰력은 볼트에 도입되는 설계장력에 마찰계수를 곱하여 산정되며, 이 값에 마찰면수를 곱하고 미끄러짐에 대한 안전계수를 나누어 산정된 값이 마찰접합 볼트의 전단내력인 것을 알 수 있다.

F_v = 마찰접합 볼트의 허용전단응력

$$= 1/sf \times n \times \mu \times F_{no}$$

$$= 1/1.5 \times 1 \times 0.45 \times 4.0 = 1.2t/cm^2 \text{ (F8T)}$$

$$5.0 = 1.5t/cm^2 \text{ (F10T)}$$

여기서, sf = 미끄러짐에 대한 안전계수 = 1.5

n = 마찰면의 수 = 1 or 2

μ = 마찰계수 = 0.45

F_{no} = 볼트에 도입되어야 할 장력 = 4.0 (F8T) or 5.0 (F10T) t/cm^2

R_{fv} = 볼트의 직경별 허용전단내력

$$= F_v \times A_o$$

A_o = 볼트 축단면적 (cm^2)

$$= 1.2 \times 2.01 = 2.41 t \text{ (F8T, M16)}$$

$$1.5 \times 2.01 = 3.02 t \text{ (F10T, M16)}$$

이러한 과정을 통하여 각 볼트 종류와 호칭경 별로 구한 허용전단내력이 [표 3-1]에 표시되어있으며, 도입되어야 할 장력의 약 62%를 취한 값인 허용인장력도 함께 표기되어 있다. 이 값을 상회하는 인장력이 전단력과 동시에 작용하는 접합 부인 경우 볼트 내력은 재검토되어야 한다.

F_t = 고력볼트의 허용인장응력도 = 2.5 t/cm^2 (F8T)

3.1 t/cm^2 (F10T)

R_{ft} = 볼트의 직경별 허용인장력

$$= F_t \times A_o = 2.5 \times 2.01 = 5.03 t \text{ (F8T, M16)}$$

$$3.1 \times 2.01 = 6.23 t \text{ (F10T, M16)}$$

[표 2-4] 고력볼트의 장기응력에 대한 허용내력

볼트 종류	볼트 호칭경	축단면적 (cm^2)	유효단면적 (cm^2)	설계장력 (t)	허용전단력(t)		허용인장력 (t)
					1면마찰	2면마찰	
F8T	M16	2.01	1.52	8.27	2.41	4.82	5.03
	M20	3.14	2.38	13.0	3.77	7.54	7.85
	M22	3.80	2.95	16.1	4.56	9.12	9.50
	M24	4.52	3.42	18.6	5.42	10.8	11.3
F10T	M16	2.01	1.52	10.3	3.02	6.03	6.23
	M20	3.14	2.38	16.1	4.71	9.42	9.73
	M22	3.80	2.95	20.0	5.70	11.4	11.8
	M24	4.52	3.42	23.1	6.78	13.6	14.0

3.2 마찰계수

고력볼트의 부재간 마찰력 F 는 마찰계수 μ 와 도입된 장력 N 에 비례하며, 마찰계수는 접합재의 마찰면 처리방법에 따라 달라진다. 여러 가지 표피상태에 따른 마찰계수는 실험에 의해 결정되며, 그 대표적인 값은 다음 표와 같다.

[표 3-2] 표피상태에 따른 마찰계수

표피상태	마찰계수	표피상태	마찰계수
압연표피(흑피)	0.2 0.23	아연표피	0.15 0.3
압연표피에 기름칠	0.15(최소)	-shot-blast	0.33 0.54
광명단철	0.04 0.1	산화염	0.4 0.7
적청표피	0.3 0.6	에보킹수지	0.6 1.0

[표 3-3] 표피상태에 따른 마찰계수 (미국 AISC)

class	surface condition of bolted parts	slip coefficient
A	clean mill scale	0.34
B	blast-cleaned carbon & low alloy steel	0.54
C	blast-cleaned quenched & tempered steel	0.37
D	hot-dip galvanized and roughened	0.42
E	blast-cleaned, organic zinc rich paint	0.41
F	blast-cleaned, inorganic zinc rich paint	0.57
G	blast-cleaned, metalized with zinc	0.57
H	blast-cleaned, metalized with aluminum	0.58
I	vinyl wash	0.32

[표 3-4] 미끄러짐에 대한 안전계수(AISC, factor of safety against slip)

볼트(in)	M 5/8	M 3/4	M 7/8	M 1	M 1 1/8	M 1 1/4
(mm)	M 16	M 19	M 22	M 25	M 28	M 32
A 325	1.20	1.23	1.26	1.26	1.09	1.12
A 490	1.21	1.22	1.26	1.26	1.24	1.28

현재 기준이나 참고자료에 표시된 고력볼트 내력 산정에 사용된 마찰계수는 0.45로서 그에 해당하는 표피상태는 위 표의 “적청표피상태”로서, 0.3 0.6의 평균치이며, 볼트구멍의 거칠음과 밀 스케일을 그라인더로 제거하고 붉은 녹을 발생시

킨 상태이다. 그리고 미국 AISC에서는 표피상태 "clean mill scale"에 대한 마찰계수 0.34를 표준으로 사용하고 있다. 따라서 현장에서 적용되는 실제 표피상태는 "clean mill scale" 상태가 많으므로 현장의 표피상태를 고려한 마찰계수를 적절하게 선정할 수 있도록 미국 AISC에 규정된 값을 소개하고자 한다. 단, 이러한 마찰계수는 이에 대한 안전계수와 관련되어 있으므로 마찰볼트의 허용전단응력을 결정하기 위하여 종합적으로 판단되어야 한다. 미국 AISC에 규정된 A325 볼트의 허용전단응력 $17\text{ksi}(1.2\text{t}/\text{cm}^2)$ 는 국내에 규정된 F8T의 허용전단응력 $1.2\text{t}/\text{cm}^2$ 와 동일하다. 따라서 마찰계수는 미국 AISC와 다소 상이하지만 안전계수가 국내 규준의 1.5 보다 작은 1.2 정도를 취함으로써 그 전단내력은 비슷하거나 다소 작게 되어 있다. 이는 실무적으로 국내에서 생산되는 볼트가 없거나 구멍 종류에 따른 내력치가 나와있지 않은 경우 AISC에 규정된 A325 & A490 볼트의 내력치를 차용하여도 별다른 문제는 없을 것으로 판단된다.

3.3 고력볼트 체결 토크

고력볼트는 수동의 토크렌치나 자동의 임팩트렌치에 의해 체결되며, 이 때 도입되는 장력을 직접 측정할 수 있는 방법은 없으므로 표준볼트장력에 상응하는 토크치를 측정하여 간접적으로 관리하게 된다. 설계볼트장력은 볼트 체결시 너트를 회전하기 때문에 비틀림이 발생하므로 항복응력보다 15% 정도 낮게 잡아 F8T에서는 항복응력의 85%를, F10T에서는 75%를 취하고 있으며, 표준볼트장력은 이 설계볼트장력에 10%를 할증한 값을 취하고 있다.

$$R_{fv} = \text{마찰접합 볼트의 허용전단력} = 1/sf \times n \times \mu \times N$$

$$N = \text{토크치에 따라 도입되는 장력} = T / (k \times d)$$

위 식에서 볼트의 허용전단력은 도입되는 장력에 비례하고, 이 장력은 토크치에 비례하고, 체결장비에 의한 토크계수치에 반비례하므로 토크계수치가 작을수록 작은 토크치에 의해서도 소정의 장력을 도입할 수 있게 되므로 유리하게된다. 따라서 현장에서는 체결장비의 토크계수치가 작게되도록, 그리고 측정된 토크계수치에 상응하는 토크치를 파악하여 표준볼트장력이 도입될 수 있도록 항상 유의하여 관리하여야 한다. 또한 체결장비에 대한 토크계수치는 환경조건에 따라 변하므로 유의하여야 한다. 이에 대한 관계식은 다음과 같다.

$$T = \text{토크치 (kg.cm)} = k \times d \times N$$

k = 토크계수치 (KS B1010)

d = 볼트 지름 (cm)

N = 표준볼트장력 (kg) = $1.1 \times N_o$

N_o = 설계볼트장력 (kg) = $0.85 \times F_y \times A_e$ (F8T)

$0.75 \times F_y \times A_e$ (F10T)

F_y = 볼트 항복강도 (kg/cm^2) (KS B1010 - 표2)

= 6,400 kg/cm^2 (F8T), 9,000 kg/cm^2 (F10T)

A_e = 볼트 축부의 유효단면적 (cm^2)

[표 3-5] 고장력볼트 세트의 토크계수치

호칭	등급	토크계수치		비고
		평균치	표준이하	
M12, M16	F8T	0.15-0.19	0.013 이하	
M20, M22, M24	F10T	0.11-0.15	0.01 이하	not bond 처리

3.3.1 일반시방서의 토크치

볼트 재질에 의한 안전성을 확보하면서 도입할 수 있는 적절한 장력을 표준볼트장력으로 규정해 놓았으며, 이 규정된 표준볼트장력이 도입되었는지를 확인하기 위하여 표준시방서에서는 [표 3-5]와 같이 관리하여야 할 토크치를 규정하고 있다. 이에 대하여 F10T M22를 기준으로 하여 규정된 토크치를 산정해 보면 다음과 같다.

볼트 F10T M22 기준

N_o = 설계볼트장력 = $0.75 F_y A_e = 0.75 \times 9000 \times 3.03$ = 20452 kg

N = 표준볼트장력 = $1.1 N_o = 1.1 \times 20452$ = 22497 kg

T = 토크치 = $k d N = (0.15 \sim 0.19) \times 2.2 \times 22497 = 7424 \sim 9403 \text{ kg.cm}$

평균 $T = (7424 + 9403) / 2 = 8413 \text{ kg.cm}$

따라서 표준시방서에서 토크치가 $8400 \pm 10\%$ 이내에 있도록 규정하고 있다. 위에서 언급한 바와 같이 토크계수치는 체결장비의 상태 및 현장 여건에 따라 변하므로 이에 상응하는 토크치를 산정하여 다음의 표로 작성하여 제시하였다.

[표 4-2] 체결 토크치

種別 係數	F 8 T				F 10 T			
	M 16	M 20	M 22	M 24	M 16	M 20	M 22	M 24
0.110	1.650	3.210	4.400	5.570	2.060	4.000	5.470	6.920
0.115	1.720	3.360	4.600	5.820	2.150	4.190	5.720	7.230
0.120	1.800	3.500	4.800	6.080	2.250	4.370	5.970	7.550
0.125	1.870	3.650	5.010	6.330	2.340	4.550	6.220	7.860
0.130	1.950	3.800	5.210	6.580	2.430	4.730	6.460	8.170
0.135	2.020	3.940	5.410	6.840	2.530	4.910	6.710	8.490
0.140	2.100	4.090	5.610	7.090	2.620	5.100	6.960	8.800
0.145	2.170	4.230	5.810	7.340	2.710	5.280	7.210	9.120
0.150	2.250	4.380	6.010	7.600	2.810	5.460	7.460	9.430
0.155	2.320	4.530	6.210	7.850	2.900	5.640	7.710	9.750
0.160	2.400	4.670	6.410	8.100	3.000	5.820	7.960	10.100
0.165	2.470	4.820	6.610	8.360	3.090	6.010	8.200	10.400
0.170	2.550	4.960	6.810	8.610	3.180	6.190	8.450	10.700
0.175	2.620	5.110	7.010	8.860	3.280	6.370	8.700	11.000
0.180	2.700	5.260	7.210	9.120	3.370	6.550	8.950	11.300
0.185	2.770	5.400	7.410	9.370	3.460	6.730	9.200	11.600
0.190	2.850	5.550	7.610	9.620	3.560	6.920	9.450	11.900

3.3.2 현장에서의 토크치

현장에서는 표준시방서에 규정된 토크치에 의하여 볼트 체결을 관리하여야 하지만 현장에 반입된 볼트의 항복강도가 기준에 정해진 최소치를 항시 넘게 되므로 이를 고려하여 볼트의 토크치를 관리할 필요가 있다. 특히 과소체결된 볼트는 소요토크치까지 추가 체결조치하면 되지만 과다체결된 볼트는 전부 교체하여야 하므로 과다체결인지 아닌지를 판단할 수 있는 토크치의 기준은 실제 반입된 볼트의 재질을 고려하여 결정되어야 한다. 이를 현장 실무에 적용할 수 있도록 실제 반입된 F10T M22 볼트에 대하여 기준 토크치를 산정하면 다음과 같다.

$$F_y = \text{시험에 의한 볼트 F10T 의 항복강도} = 10369 \quad 10647 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_e = \text{볼트 M22의 유효단면적} = 3.03 \text{ cm}^2$$

$$N_o = \text{설계볼트장력} = 0.75 F_y A_e = 0.75 \times 10369 \times 3.03 = 23563 \text{ kg}$$

$$N = \text{표준볼트장력} = 1.1 N_o = 1.1 \times 23563 = 25919 \text{ kg}$$

$$T = \text{토크치} = k d N = (0.15 \quad 0.19) \times 2.2 \times 25919 \\ = 8553 \quad 10834 \text{ kg.cm}$$

$$\text{평균 } T = (8553 + 10834) / 2 = 9693 \text{ kg.cm}$$

따라서 실제 반입된 볼트의 시험에 의한 항복강도를 사용할 경우 기준 토크치가 $9600 \pm 10\%$ 이내가 된다. 따라서 현장에서 실측된 토크치가 시방서에 규정된 $8400 \pm 10\%$ 의 범위를 벗어났더라도 $9600 \pm 10\%$ 범위 내에 있다면 과체결은 아니므로 교체할 필요는 없게된다. 그리고 측정된 토크치가 시방서에 규정된 최소치를 넘으면 소요토크치는 확보된 것으로 간주할 수 있다.

4. 볼트 구멍을 고려한 전단내력

볼트 구멍 종류에 따른 전단내력은 국내 규준에 규정되어 있지 않아 미국 AISC에 규정된 값을 소개하고자 한다. 그리고 다음 표에 규정된 값을 참고로 하여 국내에 사용되고 있는 볼트에 대한 전단내력을 제시하고자 하며, 이 값은 국내 규준과 다른 과정을 통하여 산정되었기 때문에 단지 참고치로 사용되어야 한다.

[표 4-1] 마찰접합볼트의 전단내력 (Acc. to AISC [Table 8-16])

마찰접합볼트의 전단내력 (ton)								
규격	구멍 종류	하중 방향	볼트 호칭경					
			M16	M20	M22	M24	M27	M30
			볼트 축단면적 (cm ²)					
			2.01	3.14	3.80	4.52	5.72	7.07
F8T	STD	S	2.41	3.77	4.56	5.42	6.87	8.48
		D	4.82	7.54	9.12	10.8	13.74	16.96
	OVS SSL	S	2.12	3.32	4.02	4.78	6.05	7.47
		D	4.25	6.64	8.03	9.51	12.10	14.94
	LSLP	S	1.45	2.26	2.74	3.25	4.12	5.09
		D	2.89	4.52	5.47	6.48	8.24	10.18
	LSLT	S	1.70	2.66	3.21	3.82	4.84	5.98
		D	3.40	5.32	6.43	7.61	9.68	11.96
F10T	STD	S	3.02	4.71	5.70	6.78	8.59	10.60
		D	6.03	9.42	11.4	13.6	17.18	21.20
	OVS SSL	S	2.59	4.04	4.88	5.81	7.36	9.08
		D	5.17	8.07	9.77	11.6	14.72	18.16
	LSLP	S	1.84	2.87	3.48	4.14	5.23	6.47
		D	3.68	5.75	6.95	8.30	10.46	12.93
	LSLT	S	2.16	3.36	4.07	4.84	6.13	7.57
		D	4.31	6.73	8.14	9.71	12.26	15.14

§ 1. 주기.

STD=Standard Hole

OVS=Oversized Hole

SSL=Short- Slotted Hole

LSLP=Long- Slotted Hole parallel to line of force

LSLT=Long- Slotted Hole transverse to line of force

S =Single Shear

D =Double Shear

[표 4-2] 마찰접합볼트의 전단내력 (AISC [Table 8-16] Slip-Critical Connection)

Design Resistance to Shear at Service Loads, *kips (Class A faying surface, $\mu=0.33$)										
ASTM Design	Hole Type	Loading	Nominal Bolt Diameter, in. ²							
			5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2
			Nominal Bolt Area, in. ²							
			0.3068	0.4418	0.6013	0.7854	0.9940	1.227	1.485	1.767
A325	STD	S	5.22	7.51	10.2	13.4	16.9	20.9	25.2	30.0
		D	10.4	15.0	20.4	26.7	33.8	41.7	50.5	60.1
	OVS SSL	S	4.60	6.63	9.02	11.8	14.9	18.4	22.3	26.5
		D	9.20	13.3	18.0	23.6	29.8	36.8	44.5	53.0
	LSLP	S	3.13	4.51	6.13	8.01	10.1	12.5	15.1	18.0
		D	6.26	9.01	12.3	16.0	20.3	25.0	30.3	36.0
	LSLT	S	3.68	5.30	7.22	9.42	11.9	14.7	17.8	21.2
		D	7.36	10.6	14.4	18.8	23.9	29.5	35.6	42.4
A490	STD	S	6.44	9.28	12.6	16.5	20.9	25.8	31.2	37.1
		D	12.9	18.6	25.3	33.0	41.7	51.5	62.4	74.2
	OVS SSL	S	5.52	7.95	10.8	14.1	17.9	22.1	26.7	31.8
		D	11.0	15.9	21.6	28.3	35.8	44.2	53.5	63.6
	LSLP	S	3.93	5.65	7.70	10.1	12.7	15.7	19.0	22.6
		D	7.85	11.3	15.4	20.1	25.4	31.4	38.0	45.2
	LSLT	S	4.60	6.63	9.02	11.8	14.9	18.4	22.3	26.5
		D	9.20	13.3	18.0	23.6	29.8	36.8	44.5	53.0

STD = Standard Hole

OVS = Oversized Hole

SSL = Short-Slotted Hole

S = Single Shear

D = Double Shear

LSLP = Long-Slotted Hole parallel to line of force

LSLT = Long-Slotted Hole transverse to line of force

For design slip resistance at factored loads, refer to Table 8-17

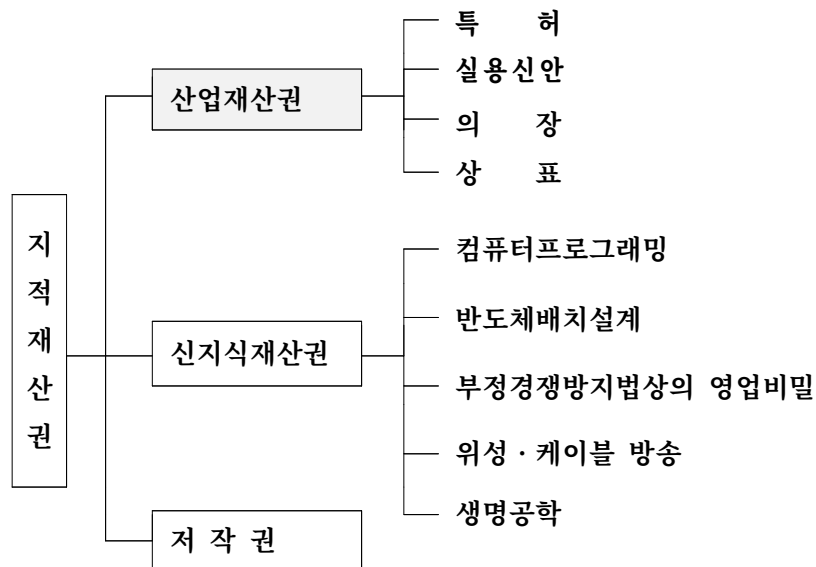
특허 및 실용신안의 이해

건설기술연구소 토목대리 육일동

1. 개 요

본고는 산업재산권 중 특허와 실용신안 제도 일반에 관한 소개, 국내 건설기술 관련 출원 현황, 당사 실적 및 보상제도 등을 소개하여 본 분야에 관한 저변 인식을 확대하고, 나아가 당사 임직원의 참여 의식을 고취함으로써 동업타사와의 기술 경쟁에서 우위를 확보할 수 있는 기반을 조성하기 위함이다.

산업재산권이란 인간의 지적인 창조력에 대한 결과물로서 독점력이 인정되는 무형의 재산권으로서 특허권, 실용신안권, 상표권, 의장권을 일컫는다. 또한 컴퓨터 프로그램보호법과 반도체 집적회로 배치설계권, 부정경쟁방지법상의 영업비밀 등을 신지식재산권이라 하며 전기한 산업재산권, 신지식재산권 및 저작권을 통칭하여 지적재산권이라 하며 아래 그림과 같은 체계로 구성되어 있다.



<그림 1-1> 지적재산권의 분류

2. 특허 (Patent)

2.1 제도의 목적

특허제도는 발명을 보호, 장려하고 그 이용을 도모함으로써 기술의 발전을 촉진하여 산업발전에 이바지함을 목적으로 한다. 즉 본 제도는 발명자에게는 특허권이라는 독점배타적인 재산권을 부여하여 보호하는 한편, 그 발명을 공개하게 함으로써 그 발명의 이용을 통하여 산업발전에 기여하고자하는 제도이다.

2.2 특허요건

모든 발명이 다 특허의 대상이 되는 것은 아니며 발명이 특허를 받을 수 있기 위해서는 아래의 3가지 요건을 충족하여야 한다. 일반적으로 특허요건은 주체적요건, 객체적요건 및 절차적요건으로 구분된다.

2.2.1 주체적 요건

출원인이 갖춰야할 요건으로, 정당한 발명자(발명자 또는 그 승계인)이어야 하며 권리능력이 있어야 한다. 외국인은 국내법에 의하여 특허를 받을 수 있는 권리능력을 인정받은 자여야 하며, 비법인은 권리능력이 없다

2.2.2 객체적 요건

객체적 요건이란 발명이 갖추어야 될 요건과 해당되어서는 안될 요건을 포함한다. 전자의 요건을 적극적 특허요건이라 하고 후자의 요건을 소극적 특허 요건이라 한다.

1) 적극적 특허요건

발명이 특허를 받기 위해서는 아래의 요건을 갖추어야 한다.

가) 발명일 것

- 특허법상의 발명인 “자연법칙을 이용한 기술적 사상의 창작으로서 고도한 것”의 개념에 부합되는 창작이어야 한다.
- 발명이 아닌 것 : 계산법, 작도법, 암호작성방법, 컴퓨터프로그램(리스트) 자체, 과세 방법에 관한 발명 등

나) 산업상 이용가능성이 있을 것

- 특허제도의 목적이 산업발전에 있으므로 발명은 산업상 이용가능 해야 한다. 여기서 산업의 범위는 공업·농업·임업·목축업 등 생산업 분야

를 말하나 운수업, 교통업 등 보조적 산업분야도 포함하나 보험업·금융업과 의료업은 제외된다.

○산업성이 없는 발명

학술적·실험적으로만 이용될 수 있는 발명 및 발명개념에 해당되지 않는 발명

다) 신규성이 있을 것

출원 발명이 공지발명과 동일하지 않아야 한다. 여기서 공지발명이란 특허출원시를 기준하여 국내에서 공지되었거나 실시된 발명 또는 국내 또는 국외에서 발간된 간행물에 기재된 발명과 동일한 발명을 말한다.

라) 진보성이 있을 것

○발명 창작수준의 난이도를 말하여 진보성이 없는 발명에 특허를 인정하면 특허권의 난립으로 인하여 오히려 산업발전의 저해요인이 될 수 있으므로 진보성이 요구된다.

○발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허출원시의 공지발명으로부터 용이하게 발명할 수 없는 정도의 창작 난이도를 갖춘 발명을 말한다.

2) 소극적 특허요건

이상의 적극적 특허요건을 갖춘 발명이라 하더라도 공공의 질서 또는 선량한 풍속을 문란하게 하거나 공중의 위생을 해할 염려가 있는 발명은 특허를 받을 수 없다. 즉 공익적 측면에서 요구되는 특허요건이다.

2.2.3 절차적 요건

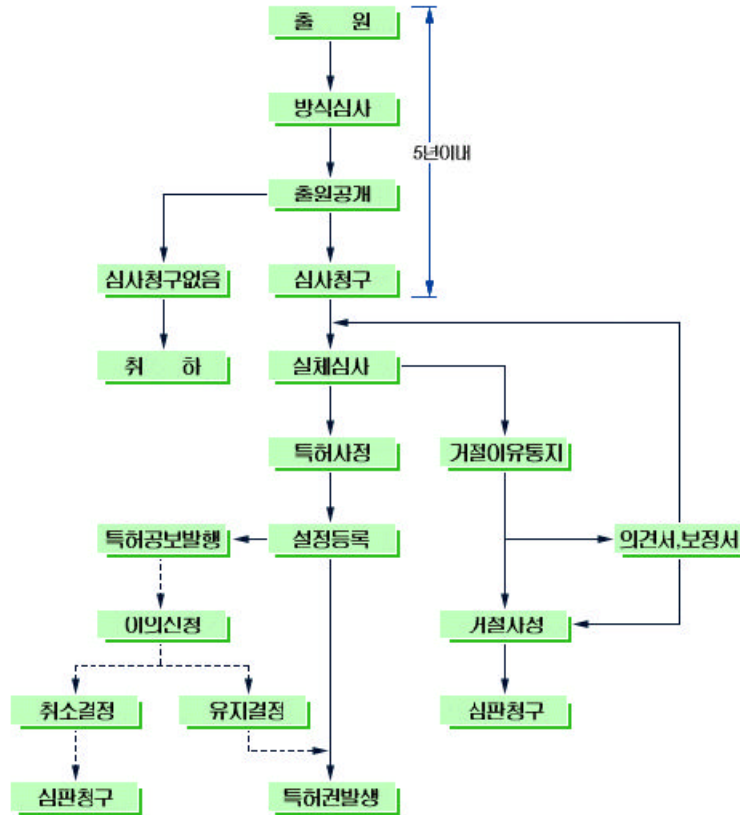
발명이 특허를 받을 수 있기 위해서는 이상의 주체적·객체적 요건 이외의 특허법이 요구하는 다음의 출원절차적 규정에도 적합하여야 한다.

- 1) 특허출원절차가 방식에 적합할 것
- 2) 특허출원 명세서의 기재가 법규에 적합할 것
- 3) 특허출원의 범위에 요건을 충족할 것
- 4) 최선출원일 것 등

2.3 특허출원 절차

특허출원이란 발명에 대하여 특허를 받을 수 있는 권리를 가진 자가 국가에 대하여 발명의 공개를 조건으로 특허권의 부여를 요구하는 의사표시행위를 말한다. 이상의 의미가 실현되기 위해서는 특허출원은 엄격히 서식에 따라 작성되어야

함은 물론 요구하는 제원칙에 부합되게 출원절차가 행해져야 한다.



<그림 2-1> 특허 및 실용신안 업무흐름도

3. 실용신안 (Utility)

실용신안은 고안(Utility Model), 즉 기술적 사상의 창작으로서 발명처럼 고도하지 않아도되며, 물건에 관한 고안만을 보호대상으로 하고 방법에 관한 고안은 보호대상으로 하고 있지 않다. 실용신안제도는 특허제도를 보완할 목적으로 성립되었으며 기술적 사상의 창작을 보호한다는 점에서 특허법과 그 이념이 같다.

산업재산권제도를 가지고 있는 국가의 대부분은 기술적 사상의 창작을 특허법만으로 보호하고 있다. 그러나 독일을 비롯하여 몇몇 나라들을 특허법 외에 별도의 실용신안법을 제정하여 이원적 법률에 의하여 이를 보호한다. 따라서 특허법과

실용신안법은 서로 밀접한 관계에 있으며 법체계도 매우 유사하다.

3.1 제도의 목적

특허제도 운용 과정에서 개량발명 또는 소발명(micro-invention)이 경시되는 경향이 발생함에 따라 산업정책상 중소기업이나 개인발명가의 소발명에 대한 보호·장려가 필요하다는 인식에 의해 본 제도를 운영하게 되었다. 그 결과 독일 이외의 몇몇 국가들에 있어서도 특허제도를 보완하려는 취지하에 실용신안제도를 마련하였으며 그 제도내용과 운용형태는 국가마다 다소 상이하다.

우리나라는 1908년 특허령을 공포함으로써 특허제도를 도입한 이래 1946년에 와서 일본 실용신안법을 모범으로 하는 실용신안법을 제정하였다.

3.1.1 특허법과의 일치점

우리나라 실용신안법은 기술적 사상의 창작을 보호한다는 점에서 특허법과 그 이념이 같다. 또한 특허법이 기본원리로 하고 있는 각종제도에 있어서도 많은 부분이 완전히 일치하거나 유사하다. 양자의 차이점은 몇 가지 항목에 불과하며 아래에서 이를 항목별로 설명하였다

3.1.2 특허법과의 상이점

1) 보호대상

전술한 바와 같이 특허법의 보호대상은 발명임에 대하여 실용신안법은 고안이다. 발명은 자연법칙을 이용한 기술적 사상의 창작이다. 따라서 특허법의 보호대상은 기술적 사상의 창작으로서 고도한 것임에 대하여 실용신안은 단지 창작이면 족하고 고도할 필요는 없다는 점이다. 특허법의 보호대상이 되는 발명에는 물건에 관한 발명과 방법에 관한 발명으로 나누어 볼 수 있고, 실용신안법은 물건에 관한 고안만을 보호대상으로 하고 방법에 관한 고안은 보호대상으로 하고 있지 않다.

2) 등록요건

발명의 특허요건과 고안의 실용신안등록요건은 각각 산업상 이용성, 신규성, 진보성으로 동일하게 규정하고 있지만, 진보성에 관한 등록요건은 특허법과 실용신안법에서 각 각 달리 규정하고 있고, 특허법상 발명의 진보성은 선행기술(PRIOR ART)에 대비하여 고도하여야 하며 실용신안법상 고안의 진보성은 선행기술에 대비하여 고도할 필요는 없고 그것이 출원시 범의의 기술 진보 속도에 들어 있으면 족하다는 점이다. 따라서 특허청의 심사관이 등록

요건을 심사함에 있어서 특허출원 발명에 대한 진보성 판단의 기준과 실용신안출원 고안에 대한 진보성 판단기준은 상당한 차이가 있게 된다.

3) 권리존속기간 및 심사절차

특허권과 실용신안권의 권리존속기간은 서로 다르다. 즉 특허권의 존속기간은 등록일로부터 특허출원후 20년, 실용신안권의 그것은 등록일로부터 등록출원후 10년으로 되어 있어 실용신안권의 존속기간이 짧게 되어 있다. 이처럼 실용신안권의 존속기간이 짧은 것은 고안이 발명보다 일반적으로 모방이 용이하여 제품수명(product life cycle)이 짧다는 점에 기인한다.

한편 특허의 경우 특허권 존속기간을 연장할 수 있도록 되어 있으나, 실용신안법에서는 권리존속기간연장제도가 마련되어 있지 않다.

[표 3-1] 특허 및 실용신안의 비교

항 목	특 허	실용신안
정 의	자연법칙을 이용한 기술적 사상의 창작으로서 고도한 것 (대발명)	자연법칙을 이용한 기술적 사상의 창작 (소발명)
대 상	물건 및 방법	물건
존속 기간	출원일로부터 20년	출원일로부터 10년
도 면	필요시 첨부	반드시 첨부
심사 기간	출원일로부터 5년 이내	출원일로부터 3년 이내
출원/심사 비용	-	상대적으로 저렴

4. 이중출원제도와 직무발명보상제도

4.1 이중출원 제도

본 제도는 특허출원과 실용신안등록출원을 동시에 하여 먼저 실용신안으로 등록을 받아 권리를 행사하고 특허출원이 등록이 되면 특허권을 행사할 수 있도록 하는 출원제도를 말한다.

특허출원은 심사기간이 보통 2년 3년 정도 걸리게 되어 출원인이 기술에 대하여 권리를 행사할 수 있을 때까지 시간적으로 지체되므로 이중출원제도를 이용하면 먼저 등록되는 실용신안으로 권리를 행사하고, 특허심사가 종료되어 등록되

면 권리의 존속기간이 긴(20년) 특허로서 권리를 행사할 수 있다.

4.2 직무발명 보상제도

직무발명이란 직원이 그 직무 관련하여 발명한 것이 성질상 회사에서의 업무 범위에 속하고, 그 발명을 하게된 행위가 직원의 현재 또는 과거의 직무에 속하는 발명으로 정의한다. 회사에서 직원이 자기의 업무와 관련하여 신기술이나 신제품에 대한 아이디어를 제안하여 특허출원을 하는 경우에 이에 따른 권리관계를 직원과 회사 사이에서 어떻게 조정 또는 배분할 것인가가 문제될 수 있다.

직무발명은 직원 자신의 창의적인 연구노력 없이는 이루어 수 없는 것이지만, 아울러 회사측에서 제공하는 설비나 자재, 회사에 축적된 노하우나 자료에 의존하는 바가 크다. 이와 같이 직원의 직무발명은 직원 자신의 노력과 회사측의 기여의 양자의 산물이라 할 수 있다.

그러므로 직원의 직무발명에 대한 이해관계의 조정의 일환으로 회사는 직무발명보상제도를 통하여 소극적으로는 직무발명의 귀속에 관한 분쟁을 미연에 방지하고, 적극적으로는 직원으로 하여금 개발의욕을 고취시킴으로써 회사의 경쟁력을 제고할 수 있다.

5. 당사의 산업재산권 현황 및 제도

5.1 국내 현황

1998년 IMF의 영향으로 위축되었던 건설기술분야의 특허출원이 1999년에 이어 2000년에도 크게 증가하였다. 2000년 3/4분기까지의 출원은 1999년의 같은 기간의 출원 실적에 비해 47%증가하였으며 이를 권리별로 보면 특허가 25%, 실용신안이 56% 증가하였다.

[표 5-1] 연도별 국내 건설기술관련 특허출원현황 (특허청조사자료)

연 도	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000년1-3분기
출원건수	4,279	4,493	5,250	4,448	4,114	5,942	5,973(47%)

(※ 괄호 안은 전년 동기대비 증가율)

이는 건설기술분야에서도 산업재산권에 대한 관심이 높아지고, 이중출원제도의

시행으로 권리의 조기확보가 가능하며, 각종 공사 입찰에서 특허권의 가산점 인정(조달청 P.Q 배점 : 5점) 등의 원인이 크게 작용한 것으로 평가된다.

지난해 특허청에 출원된 특허를 비롯한 지적재산권 총 출원 건수가 지금까지의 연도별 총 출원건수 중에서는 최고치를 기록하여, 국내 지적재산권 창출 활동이 그 어느 때 보다도 활발히 이루어진 것으로 나타났다. 이와 같은 사실은 21C 지식기반 산업사회에 있어서 산업재산권 확보에 대한 인식이 확산되고 있음을 시사하는 것이라 판단된다.

5.2 당사 현황 및 실적

당사는 1995년 산업재산권 업무를 시작하여 2000년에는 영종도 신공항 사업 등 대형 공사 마무리 시점 및 연구개발업무의 성과와 맞물려 본 업무에 대한 활발한 활동이 이루어졌다. 그러나 [표 5-1]에서 조사된 국내 건설관련 기업들의 산업재산권 보유현황을 대비하면 [표 5-2]의 당사 기술개발 실적이 상대적으로 뒤쳐져 있음을 알 수 있다.

[표 5-2] 당사 산업재산권 실적

특허등록		실용신안		의장권	상표권	건설신기술	프로그램	총 계
등록	출원	등록	출원					
5	16	5	4	1	4	2	6	43

5.3 직무발명보상제도 운영

현재 건설시장의 경향은 시설물의 고급화, 복잡화, 대형화의 추세이며 이러한 시장 환경에서 경쟁력을 선점하기 위해서는 기술 집약적 특화 사업을 육성함과 아울러 독점적 기술력을 확보하여야 할 것으로 판단된다. 그러나 현실적으로 선진국과의 기술격차가 심화되고 있으며 개발도상국의 중, 저급 시공기술이 급속히 발전함에 따라 후진 국가와의 격차도 좁혀져 2중의 어려움을 겪고 있는 실정입니다.

또한 WTO체제 출범에 따라 96년 민간부분, 97년 공공부분 시장이 개방됨에 따라 기술력을 앞세운 세계 유수의 건설업체들과 경쟁해야 함에 따라 대외 경쟁력이 절실히 요구되고 있다. 또한 국내 업체수의 증가는 경쟁의 심화를 야기하여 기술력을 확보하지 못한 업체는 생존할 수 없는 국내·외 심각한 환경에 봉착해 있다. 그러므로 당사에서 전임직원이 기술개발에 대한 위기 의식을 인식함은 물론 산업재산권 발굴 및 확보에 대한 의식을 고취하여 향후 국내의 경쟁기업과의

생존경쟁에서 우위를 확보할 수 있도록 노력을 경주하여야 할 것이다.

이에 당 연구소에서는 본사 및 현장에서 제안하는 신기술과 특허, 실용신안 등의 산업재산권 업무에 관한 협의, 발굴, 관련 업무추진 대행 및 소요 경비를 연구소에서 전담하여 수행하고 있다. 그러므로 본 사항에 관한 아이디어를 가지고 있는 임직원은 구두 혹은 서면으로 건설기술연구소 담당자에게 접수하면 적극 관련 업무를 지원하고 있다. 아울러 당사에도 [표 5-3]과 같이 직무발명보상제도를 운영하고 있는 바, 전직원의 적극적인 참여를 바랍니다.

[표 5-3] 직무발명보상제도 운영 현황

구 분		성과급 및 호봉승급	지급/승급시기	주관부처
특 허 및 실용신안	출 원	개인 : 각 20만원(3인이내)	출원증 수령후	특허청
	등 록	개인 : 각 40만원(3인이내) /1호봉승급	등록증 수령후	특허청
신기술지정		개인 : 각 50만원(2인이내) /1호봉승급	지정서 수령후	건교부
프로그램 등록		개인 : 각 20만원(2인이내)	등록증 수령후	프로그램보호회

- 1) 성과급은 중복 지급하지 않음.
- 2) 이중출원에 의한 실용실안 先 등록은 성과급을 지급하지 않음.
- 3) 출원/지정 중에 퇴사하는 자에게는 성과급을 지급하지 않음
- 4) 소유권은 한진중공업에 있는 것에 한함

발파공법 및 발파진동의 저감 대책

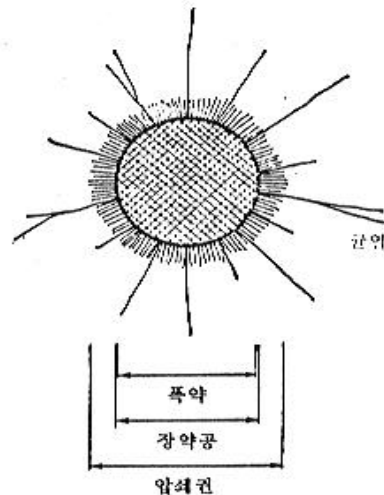
건설기술연구소 토목대리 박진형

1. 발파진동의 개요

1.1 발파진동의 특성

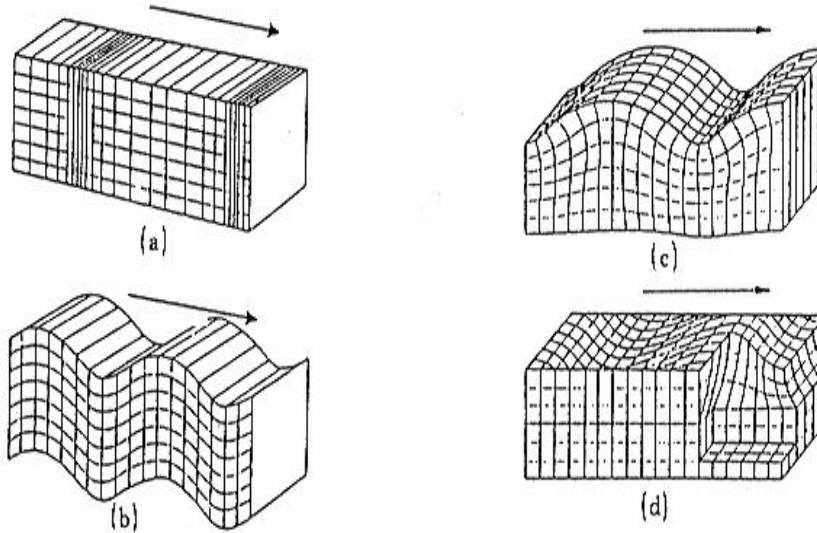
발파를 통한 암반굴착 작업에는 폭약의 폭발시 발생하는 충격압과 가스압을 이용하여 암석을 제거하게 된다. 즉 폭약이 장약공내에서 폭발하면 화약의 성질에 따라 수만에서 수십만 기압에 달하는 강력한 충격압(폭굉압)과 연소된 폭약에 의한 가스압에 의해 주변암반은 강력한 폭굉충격을 받게되고, <그림 1-1>과 같이 충격압과 고온에 의해 발파공에서 수mm 수십mm 이내에 인접한 암반은 녹아내리거나 잘게 파쇄되어 파쇄대를 형성하고 연속되는 가스압과 충격파의 전달로 인해 파쇄대 외부의 암반에는 균열이 발생전파되어 균열대를 형성한다.

이 충격파는 비탄성영역(소성영역)을 지나면서 속도가 줄어들고 안전한 유사탄성영역에서 진동과 운동을 한다. 이때부터 진동파는 진로(進路)에 있는 매질을 교환할 만큼 충분한 에너지를 갖지 못하는데, 이 영역을 탄성영역이라 한다. 이 탄성영역에서 암반이 충격을 받게 되며 변형을 일으키게 되는데, 이때 암반이 갖고 있는 질량은 이 변형을 계속시키려 하나 암반이 내부에 갖고 있는 강성은 이 변형을 원래상태로 되돌리려 한다. 이렇게 하여 암반이 평형상태로부터 변형과 회복을 계속하게 되는데 이것이 발파에 의한 탄성파이며 곧 발파진동이다.



<그림 1-1> 폭파공 주변의 모델

이 탄성파는 대체로 입체파(Body wave)와 표면파(Surface)로 나누어 진다. 입체파는 다시 두가지 파형으로 분류되어 종파(압축파, P波)와 횡파로 나누어지며 표면파는 다시 Rayleigh waves(R파), Love waves(L波)로 나누어진다. <그림 1-2>는 실체파(입체파)와 표면파의 전파형태를 나타낸 것이다.



<그림 1-2.> Type of elastic waves

Body waves : (a)Longitudinal wave, (b)Transverse wave

Surface wave : (c)Rayleigh wave, (d)Love wave

1.2 진동의 성분

인위적으로 발생하는 발파진동의 경우 발파지점에서 측정지점까지의 거리가 수십 수백m로 지진과 비교하여 진동의 진원지와 가까울수록 모든파가 각각 구분되지 않고 합성되어 함께 복합파 형태로 나타난다. 특히 도심지에서의 발파는 발파진동이 문제를 야기하는 지점이 수십m 이내이기 때문에 여러 가지 파들이 도달하는 시간이 동시에 이루어진다.

지표상에서는 도달하는 이 복합파를 측정하는 방향에 따라 수직방향(Vertical), 진행방향(Radial), 진행방향에 대한 접선방향(Tangential)의 진행성분에는 P파가 우세하다. 또한 발파에 의한 지반운동은 보통 변위(Displacement), 속도(Particle velocity), 가속도(Acceleration)의 3종류로 표시되며 이들 사이에는 수학적 관계가 있어 서로 변환이 가능하며, 이들의 수학적 관계는 다음과 같다.

$$D = \int V \cdot dt, \quad V = \frac{dD}{dt} \left(\int A \cdot dt \right), \quad A = \frac{dV}{dt} \quad \text{----- (식 1-1)}$$

이러한 지반운동은 여러 가지 주파수를 갖는 파형이 중첩된 것이지만 이것을 지반의 단순조화진동(Simple sinusoidal harmonic motion)으로 볼 경우 다음과

같은 식이 성립된다.

$$D = \frac{V}{2\pi f} \quad V = 2\pi f \cdot D \quad \text{----- (식 1-2)}$$

$$V = \frac{A}{2\pi f}, \quad A = 2\pi f \cdot V \quad \text{----- (식 1-3)}$$

한편, 발파진동의 특성은 지진진동과 비교하여 설명할 수 있는데, 발파진동은 지진진동에 비하여 지속시간이 짧고 주파수의 범위도 수십에서 수백 Hz의 고주파인 관계로 감쇠가 쉽게 일어나며 파형이 비교적 단순하다. 또한 지진에 의한 진동 피해의 경우 그 정도를 보통 가속도로 표시하고 있으나 발파진동에 의한 구조물의 피해정도는 진동속도에 비례하기 때문에 세계 각국에서 발파진동의 피해기준을 진동속도의 최대치로 정하고 있다.

2. 발파진동속도의 예측

2.1 발파진동식

발파진동에 의한 피해의 기준이 결정되면 다음으로 발파작업시 야기되는 발파진동의 크기를 예측할 수 있는 발파진동식이 마련되어야 한다. 발파에 의한 지반진동의 크기를 결정하기 위해서는 발파진동의 강도를 나타낼 수 있는 매개변량, 즉 최대지반변위, 최대지반진동속도, 최대지반 진동가속도, 지반진동주파수 등이 산정되어야 한다.

일반적으로 지반의 변형율은 지반의 최대진동속도에 비례하는 것으로 조사되어 있으므로 속도성분을 측정하고 이를 바로 구조물에 미치는 피해의 척도로 삼는 것이 실용적이고 가장 신뢰성이 있는 방법이다. 발파진동속도에 영향을 미치는 여러요인들 중에서 가장 중요한 변수는 장약량 및 폭원과 측정과의 거리로 나머지는 이 변수에 영향을 미치는 상수로 결정된다.

지금까지 연구된 바에 의하면 발파진동은 주로 지발당장약량(kg)과 거리(m)에 의해 결정되고 기타 요인들은 지반의 성질이나 발파조건에 의해 결정된다. 또한 발파설계를 위해서는 대상지역에서의 시험발파를 통한 자유면의 상태, 화약의 종류, 암질 등에 따른 상수(K) 값과 감쇠지수(n)의 상수값을 정의하는 것이 매우 중요하다. 발파진동의 크기는 약량과 거리의 관계에 관하여 많은 이론이 대두되고 있으나 일반적인 식은 다음과 같이 표시된다.

$$V = K \cdot \left(\frac{D}{W^b} \right)^n \quad \text{----- (식 2-1)}$$

- K : 발파진동상수
- D : 거리(m)
- W : 지발당 장약량(kg)
- b : 상수(1/2, 1/3), n : 감쇄지수

위 식을 기본으로 학자들에 따라 발파진동상수 K 및 장약지수 b, 감쇄지수 n 만 달리할 뿐 모두 $V = K \cdot \left(\frac{D}{W^b} \right)^n$ 의 형태를 취하고 있다. 장약지수 b, 감쇄지수 n은 각 지역의 지질조건, 특히 탄성파를 전하는 매질인 암반의 물성에 따라 결정되는 상수이며 한 지역에서 동일한 암반을 바탕으로 하고 있으면 이 장약지수 및 감쇄지수는 거의 동일한 것으로 알려져 있다. 즉, 각 지역마다 특정한 장약지수 및 감쇄지수를 갖는 것이다.

발파진동상수 K에 영향을 미치는 것은 화약의 종류마다 갖는 화약의 위력이 가장 영향이 크고 그 다음으로 암반의 강도, Decoupling계수이다. 기 발표된 연구 결과에 의하면 USBM의 제안식 $V = K \cdot \left(\frac{D}{W^b} \right)^n$ 이 우리나라 지질에 가장 적합한 것으로 나타났고, 앞으로 위식을 이용한 진동추정식을 적용하고자 한다.

2.2 진동추정식의 산출

진동의 추정식은 아직 이론적인 전개가 완전히 이루어지지 않고 있으나 지금까지의 연구결과를 보면 USBM의 제안식이 가장 신뢰성이 있는 것으로 나타났다. 여기에 Root scaling과 Cube root scaling에 대한 회귀선을 구하고 이에 대한 적합도가 좋은 쪽을 택하여 비교·검토한다. 또한 자승근 환산거리와 삼승근환산거리에 의한 회귀분석 교차선을 작성하여 결정되는 거리에 따른 진동추정식을 적용하는 것이 신뢰도가 높은 것으로 알려져 있으며, 특히 근거리에서는 삼승근 환산거리, 먼거리에서는 자승근 환산거리에 의한 식이 적합한 것으로 알려져있다.

발파하고자 하는 지역에서 시험발파를 통해 측정된 data를 토대로 그 지역의 지반조건에 알맞는 진동추정식을 설정하고 적용할 진동기준(허용진동치)을 결정한 후 이에 따른 환산거리와 거리에 따른 단당 장약량을 산정한다. [표 2-1]은 서울 지하철 2-3호선 건설당시 시험발파에 의한 진동추정식 결정예를 보인 것이다.

[표 2-1] 발파진동 측정결과 및 진동식 산출(예)

발파 구분	압축강도 (kg/cm ²)	시험화약	측정거리 (m)	화약량 (kg)	환산거리 (m/kg ^{1/3})	최대진동치 (cm/s)	진 동 식
Tunnel	880	Dynamite	67	7.875	33.7	0.17	$V=90W^{0.56}D^{-1.67}$
			84.2	7.875	42.3	0.22	
			32	4.725	19.1	0.71	
			32	3.15	21.8	0.51	
Open	1450	"	20.4	0.225	33.5	0.5	$V=138W^{0.53}D^{-1.6}$
			22.4	0.16875	40.5	0.4	
			27.9	0.16875	50.5	0.32	
			30.6	0.1125	63.4	0.16	
			19.8	0.1125	41.0	0.28	
	1190	"	31.1	1.35	28.1	0.21	⁵⁾ $V=56W^{0.57}D^{-1.6}$
			24.8	1.125	23.4	0.32	
			18.9	1.35	17.2	0.35	
			26.4	2.475	19.5	0.18	
			45.6	1.192	36.8	0.13	
			14.2	6.075	7.78	1.44	
			14.2	3.938	9.0	1.2	
			15.6	1.856	12.7	0.88	
			13.8	2.813	9.78	1.1	
			13.7	2.823	9.71	1.75	
			14	2.644	10.12	1.1	
	1380	함수폭약	9	0.19687	15.5	0.9	$V=64W^{0.5}D^{-1.6}$
			11.5	0.225	18.9	0.7	
			15.2	"	25.0	0.52	
			11.0	"	18.1	1.2	
			10.7	"	17.6	1.12	
			10.2	0.45	13.3	1.8	
			13.0	0.225	21.4	0.42	
			9.2	"	15.1	1.3	
			8.7	"	14.3	1.1	
			8.2	0.45	10.7	1.8	
	1450	함수폭약	17.4	0.225	28.6	0.4	$V=107W^{0.54}D^{-1.63}$
			15.4	0.9	16.0	1.1	
			15.4	0.45	20.1	0.9	
			21.6	0.45	29.7	0.46	

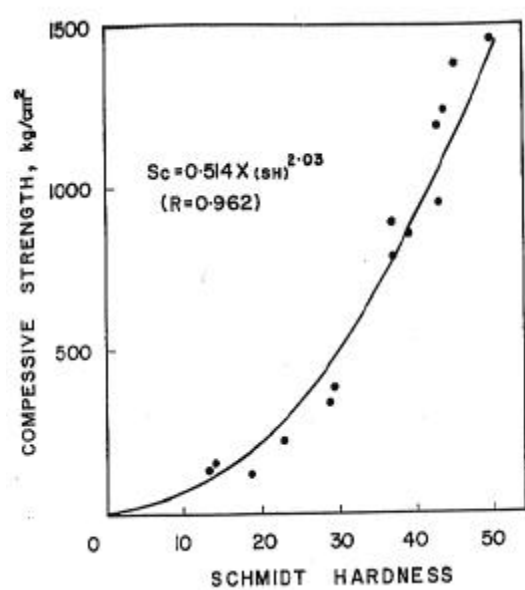
발파 구분	압축강도 (kg/cm ²)	시험화약	측정거리 (m)	화약량 (kg)	환산거리 (m/kg ^{1/3})	최대진동치 (cm/s)	진 동 식
Tunnel	780	Dynamite	30.13	7.2	15.6	0.95	$V=85W^{0.57}D^{-1.7}$
				4.725	18.0	0.6	
				5.4	17.2	0.65	
				4.05	18.9	0.53	
				1.8	24.1	0.4	
	350	함수폭약	24	1.35	21.7	0.32	$V=60W^{0.57}D^{-1.72}$
				0.3375	34	0.16	
				0.675	27.4	0.24	
				0.9	24.9	0.12	
				0.3375	34	0.20	
Open	290	함수폭약	8	0.225	13.2	1.0	$V=48W^{0.51}D^{-1.54}$
			21	0.9	21.8	0.48	
			46	2.25	35	0.2	
			16	0.9	16.6	0.52	
	345	Dynamite	15.2	0.1125	31.5	0.5	$V=94W^{0.54}D^{-1.64}$
			16.3	"	33.8	0.35	
			17.4	"	36.0	0.3	
			18.5	"	38.2	0.24	
			19.5	"	40.4	0.2	
			15.2	0.225	25.0	0.7	
			17.4	"	28.6	0.3	
			18.5	"	30.4	0.25	
			19.5	"	32.1	0.23	
			17.6	0.3375	25.3	0.4	
			18.8	"	27.0	0.34	
			20.0	"	28.7	0.3	
			14.0	"	20.1	0.6	
			13.6	0.45	17.7	0.7	

2.3 암석의 역학적 성질과 발파진동관계

발파진동은 탄성파를 전반하는 매질인 암석의 역학적 성질중에서도 P파 전반 속도와 압축강도에 관련이 크다.

2.3.1 암석의 압축강도와 슈미트 햄머에 의한 반발경도

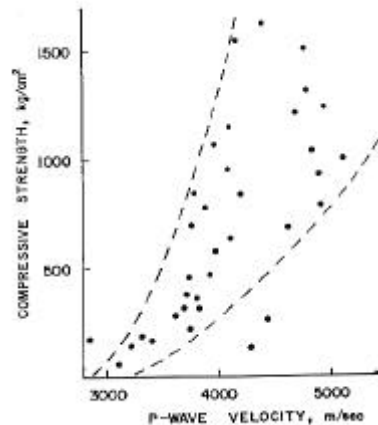
슈미트햄머는 암석표면에 타격을 주었을 때 반발하는 정도를 측정하여 강도를 환산하는 현장용 압축강도측정기이다. 지하철공사시 현장에서 슈미트햄머로 화강암의 반발경도가 측정된 후 시료를 채취하여 실험실에서 $\phi 42\text{mm}$ 로 coring한 시편으로 일축 압축시험을 하여 그 강도를 구한 결과 <그림 2-1>과 같은 슈미트햄머 반발경도와 일축압축강도의 관계를 얻을 수 있었다. 일축압축강도 S_c 는 $S_c = 0.514 \cdot (SH)^{2.03}$ (식 2-10)의 실험식으로 표현되고 이때 적합도는 0.962로 현장에서 쉽게 화강암의 일축압축강도를 환산할 수 있다.



<그림 2-1> Schmidt hammer 반발경도와 일축압축강도의 관계

2.3.2 P파의 전파속도와 압축강도

암반의 공학적 성질을 평가하기 위해 측정하는 탄성과 전파속도는 암반내 공극, 균열등 구조적인 여건에 영향을 받으므로 암반의 강도 또는 신선도를 추정할 수 있는 요소가 된다. <그림 2-2>는 화강암과 편마암에 대한 P파 전파속도와 일축압축강도의 관계를 도시한 것이다. 그림에서 보듯이 탄성파의 전파속도는 암석의 압축강도와 뚜렷한 비례관계가 성립되지 않으나 일축압축강도가 낮을수록 전파속도가 감소하는 추세를 보이고 있다. 이를 발파진동과 관련하여 고찰하면 감쇄지수와 압축강도와의 상관관계를 뒷받침하는 것으로 볼 수 있다. 즉 동일한 암종에서 강도가 낮을수록 탄성파의 전파속도는 감소하여 진동식에서 K값이 작아진다. 한편 편마암은 화강암에 비해 P파 전파속도가 높은값을 가지며 진동감쇄도 화강암에 비해 작은 것으로 나타났다.



<그림 2-2> P-wave velocity와 압축강도(C_s)의 관계

3. 장약량 산정

폭약을 이용해 암반을 파괴하고자 할 때 암반 및 폭약의 성질, 전색정도, 암반의 부피 등을 고려하여 암석파괴에 요구되는 폭약량을 산출할 필요가 있다. 이 폭약량 산출에 우리나라와 일본에서 Hauser의 공식을 많이 이용하며, 다음과 같다.

$$L = C W^3 (C=e \cdot g \cdot d) \text{ ----- (식 3-1)}$$

L : 표준장약량(kg)	W : 최소저항선(m)
C : 폭파계수	e : 폭약의 위력계수
g : 암석의 항력계수	d : 전색계수

그러나 발파작업에서 허용진동치를 고려하여 작업할 필요가 있을 경우 진동추정식에 의해 산출된 적정 장약량을 근거로 역산하여 최소저항선을 구한 후 이에 적합한 발파작업을 행해야 할 것이다.

발파작업에 있어 허용진동치를 고려한 장약량을 결정하는 요소는

- ① 진동허용치
- ② 사용화약의 종류
- ③ 발화지점으로부터 건물까지의 거리
- ④ 발파방법
- ⑤ 최소저항선 또는 기반암의 강도 등으로 볼 수 있다.

예로 근거리 발파에 적합한 것으로 알려진 삼승근 발파진동식

$$V = K \left(\frac{D}{W^{1/3}} \right)^n \text{ 에서 } W \text{에 대해 풀어쓰면 지발당장약량 } W \text{는 } W = \frac{V}{K} \cdot D^3$$

와 같이 나타낼 수 있고, 이 식에 의하여 단당 장약량을 구할 수 있다. 위식에서 알 수 있듯이, 장약량을 적절한 수준으로 증가시키기 위해서는 발파진동상수(K)를 낮추고, 허용진동속도를 가능한한 높여야 한다. 한 예로 발파진동상수가 30% 감소

하면 장약량은 $\left(\frac{1}{K} \right)^{\frac{-3}{n}}$ 에 비례하므로 화강암의 경우 $\left(\frac{1}{0.7} \right)^{\frac{3}{1.7}} = 1.88$, 편마암

의 경우 $\left(\frac{1}{0.7} \right)^{\frac{3}{1.5}} = 2.04$ 가 되어 장약량은 각각 1.88, 2.04배로 증가시킬 수 있다.

발파진동상수 K와 허용진동치 V의 변화가 장약량에 미치는 영향을 보면 다음과 같다.

K의 감소율(%)		0	10	20	30	40	50
장 약 량 증 가 폭 (배)	화 강 압	1.0	1.20	1.48	1.88	2.46	3.40
	편 마 압	1.0	1.23	1.56	2.04	2.78	4.0

허용진동속도, V의 증가율(배)		1.5	2	3	4	5
장약량 증가폭 (배)	화 강 압	2.05	3.4	6.95	11.55	17.12
	편 마 압	2.25	4	9	16	25

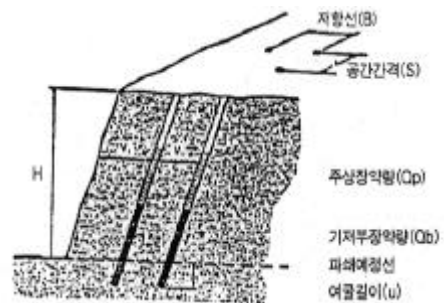
또한 사용폭약의 종류에 따라 진동수준이 다르게 나타나는데 함수폭약(Slurry explosives)은 Dynamite에 비해 그 진동속도가 80%이고, 초안폭약(Ammonium dynamite)은 함수폭약에 비해 진동효과 80%로 Dynamite의 65% 수준이다.

4. 여러 가지 발파공법

4.1 벤치발파 (Bench Blasting)

4.1.1 개론

벤치발파는 가장 흔한 발파작업이다. 수직이거나 수직에 가까운 1열 또는 여러 개의 열의 발파공을 자유면에 향해서 발파한다고 정의할 수 있다. 벤치발파는 대규모 채석장 발파와 도심지 터파기 발파로 대별할 수 있다. 또한 벤치발파는 가장 일반적인 발파이며, 2개 이상의 자유면에 대해서 1열 또는 다열로 이루어진 종방향의 발파방법이다. 발파의 대부분은



<그림 4-1> 벤치발파의 제원

트렌치 발파도 일종의 벤치발파이고, 터널을 뚫을 때 심발부분이 발파되고 난 후 심발을 향하여 주변공을 발파하는 것도 계단발파의 한 형태이다. 그러나 국내 대부분의 계단발파의 경우는 이론에 의존하지 않고 화약기술자들의 경험과 지역의 암반특성, 즉 압축·인장강도에 의해 장약량을 결정하고 있으나 일본에서는 일

본 고유의 장약량 계산법을 이용하며, 그 밖의 나라에서는 오래전부터 Langefors의 이론에 의존하는 경우가 많다. Langefors의 기본 계산식은 다음과 같다.

$$B_{\max} = \frac{d}{33} \sqrt{\frac{p \cdot s}{c \cdot f \cdot S/B}}$$

여기서 $B_{\max}$ = 최대저항선 (m) d = 발파공 아래부분 직경 (mm)
 p = 장약밀도(장전밀도) (kg/l) s = 폭약의 중량강도
 c = 암석계수 (kg/m³) $\bar{c} = c + 0.05 (B_{\max} : 1.4 \sim 15m)$
 f = 구속계수(수직공의 경우 1.0, 3:1의 경사공의 경우 0.95)
 S/B = 공간간격의 저항선에 대한 비

4.1.2 벤치발파의 장점

- 1) 평지에서 작업이 가능하고 낙석, 붕괴 등의 위험이 적고 안전하다.
- 2) 작업을 단순화시킬 수 있고 발파계획이 간단하여 계획대로 작업이 가능하다
- 3) 많은 양의 채석에 적합하다고 예정된 생산량을 미리 확보할 수 있다.
- 4) 암질에 변화가 있어도 선별할 수 있으므로 품질관리가 쉽다.
- 5) 각종 대형장비를 사용할 수 있어 능률을 높일 수 있다.
- 6) 발파시 붕괴상황을 자세히 알 수 있어 안전관리가 쉽다.

4.2 트랜치 발파 (Trench Blasting)

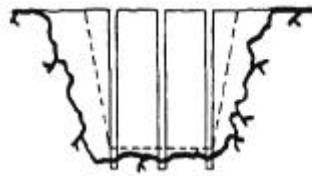
트랜치 발파공법은 발파기술 분야에서 중요성이 점차 증가되고 있으며, 세계 선진국에서는 최근에 이 트랜치 발파의 수요가 크게 늘어가고 있다. 송유관용 트랜치는 석유와 가스를 공급하기 위해 대륙을 횡단하여 발파된다. 또한 도시부분에서도 상수도·하수도·전선 등을 위해 점점 더 많이 트랜치의 굴착이 요구된다. 트랜치 발파는 계단발파의 한 일종이지만 계단발파의 폭보다 더 좁다. 보통 계단의 폭이 4m 이하이면 그 발파는 트랜치 발파라고 부른다. 트랜치 발파의 면은 계단의 폭이 계단높이와 비교하여 작다는 것이다. 암석이 보통 계단발파보다 압축되어 있는 것이라면 높은 체적당 장약과 높은 체적당 천공이 필요하다. 발파의 측면에 대한 마찰이 커서 팽창하여 파쇄시키기 위한 추가장전이 역시 필요하다. 천공의 경사는 트랜치 발파에 있어서 가장 중요하다. 그것은 폭약 기저부분의 고착성을 떨어뜨려 발파된 암석의 팽창을 더 쉽게 한다. 공경사가 3:1 이하가 되어서는 안된다. 수직공은 피해야 하는데, 이론상의 계산보다 더 큰 Toe를 발생시킬 것이기 때문이다. 트랜치발파를 계획할 때 천공경을 신중하게 검토할 필요가 있다.

중간 크기의 발파공(50 ~ 75mm)은 여굴과 비석의 위험을 가중시킨다. 발파공내

에 장약이 더 많아지면 지면 진동도 더 커진다. 중간 크기의 발파공을 사용하면 천공과 발파의 입장에서는 경제적으로 유리하지만, 과다한 굴착과 암석수송과 같은 차후의 작업에 드는 비용과 여굴면을 보충시키는 비용도 고려해야 한다. 보통 발파구경을 선택하는 것은 생산성과 최종 비용사이에서 절충해야 한다. 경험상 발파공 직경은 트랜치의 폭과 관련하여 선택하여야 한다. 보통 트랜치발파에 있어서

$$d = \frac{w}{60}$$

여기서 d =천공경(mm), w =트랜치의 폭(mm) 이다.



<그림 4-2> 중간크기의 발파공(50 75mm)으로 실행된 트랜치발파의 결과



<그림 4-3> 소구경 발파공으로 실행된 트랜치발파의 결과

4.3 제어발파 (Controlled blasting)

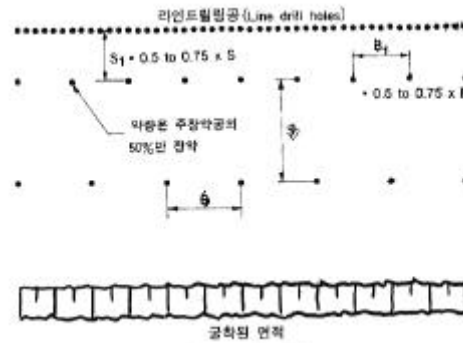
터널주벽이나 갱내설비의 공간벽면, 굴착, 노천굴착작업장의 사면 등과 같이 장래의 벽면의 유지를 필요로 할 때의 발파에서는 암반을 완전히 파괴하는 일없이 암반에 영향을 주지 않게끔 발파를 하는 방법이다.

4.3.1 라인 드릴링(Line drilling)

대부분 노천발파에 이용되며, 목적하는 파단선에 따라 접근한 천공을 많이 늘어 놓고 천공을 하여 인공적으로 약한면을 만드는 것이다. 많이 늘어놓은 천공은 대개 75mm를 넘지 않고 공간격은 구멍직경의 2 4배 이다. 이들 공에 폭약은 장전할 수 없고 이 라인드릴링 공열의 안쪽(자유면과 라인드릴링 공열사이)에 발파구멍을 만들어 장약해서 발파한다. 또 라인드릴링에서 천공한 바로 인접한 발파공들은 대개 나머지 발파공보다 간격이 더 좁고 장약량도 더 적게한다. 일반적으로 실제 저항선과 공간격을 25 50%로 줄이고 장약량도 약 50%로 한다.

그 결과로 암반은 파괴되지만 발파력이나 균열은 라인드릴링 구멍열에 의해 만들어진 약면(弱面)으로 중단되어 거기서 부터 뒷편의 암반에는 발파영향이 미치

지 않는다. 암반은 이면까지만 파괴되고 평행으로 천공된 라인드릴링 구멍의 옆으로 만들어진 벽면이 형성된다. 이 방법은 발파에 의해 파단면을 만든다기 보다는 착암기로 작성한다고 보는 편이 나으며 가장 좋은 결과는 절리나 진흙층이 적지않은 균질한 암질에서 얻어지고, crack이 많은 암석 구조에서는 smooth blasting이나 pre-splitting이 보다 좋은 결과를 얻을 것이다.

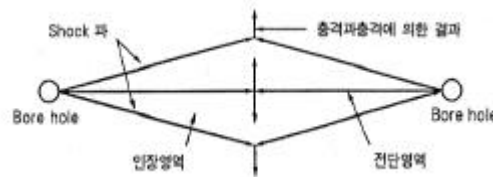


<그림 4-4> 라인드릴링

4.3.2 Pre-splitting blasting

라인드릴링과 같이 파단선에 따른 천공의 옆을 만드는 것에서부터 시작되지만 이런 경우 이들의 천공에는 폭약이 장전되어 실제로 발파된다. 파단선상에 늘어선 이들 발파구멍의 발파는 모든 발파에 앞서 장전되어 기폭하지만 1구멍당의 장약량을 되도록 적게 한 약한발파가 행해진다. 각 구멍의 간격이나 장전되는 폭약의 지름과 발파구멍의 지름의 비 또는 장약량을 적당히 하면 각 구멍간에 균열이 생겨서 파단선을 따라 균열면이 형성된다. 이어서 전체적인 발파를 하지만 프리스프리팅에 의한 균열이 파단면을 따라 형성되므로 파단면에서 안쪽을 파괴함이 없이 평활한 벽면을 만들 수 가 있다. 즉, 프리스프리팅 발파는 발파공이 주발파공보다 먼저 점화되는 것이 smooth blasting이나 cushion blasting과 다르다.

프리스프리팅 발파의 이론은 인접한 발파공내의 폭약이 동시에 폭발하여 발생하는 충격파가 충돌할 때, 암석에 팽창이 일어나고 구멍 사이에 균열을 형성하는 것이다.



<그림 4-5> 파괴이론

이런 이유로 장약이 동시에 폭발되거나 가능한 한 초시차가 비슷하게 폭발되는 것이 중요하다. 이 방법은 line drilling에 비하여 파단선상에 만드는 천공의 수가 적어서 좋은 것도 있으나 pre-splitting 발파를 먼저 행하기 때문에 전체 발파를 2회로 나누거나 주체부의 발파와 프리스프리팅 발파와는 MS단차로 2단 정도의 차이를 두어 거의 동시에 발파되고 있다. 프리스프리팅 발파는 종래의 발파에 의한 잔벽에 비해 훨씬 양호한 암벽면을 얻으므로 인해 여굴의 콘크리트 채움 비

용 또는 잔벽정리를 위한 인건비 절감 등의 장점을 가지고 있으나, 프리스프리트링 발파공이 아무런 자유 파쇄면이 없어 발파공이 완전히 구속되어 있기 때문에 제어발파법의 다른 방법보다 소음, 지반진동 및 비석의 위험이 더 크다.

4.3.3 정밀발파(Cushion blasting)

pre-splitting blasting과 흡사한 방법이지만 파단선을 따른 발파공열의 발파가 전체적인 발파 끝에 행해진다. 이 방법은 천공된 발파공에 발파공의 지름에 비해 작은 지름의 폭약이 장전되어 폭약이 폭굉하면 폭약주위의 전색물이나 공기가 cushion이 되어 작용하여 폭굉응력은 파단선에서 속의 암반을 파괴하지 않을 정도로 약화되어 자유면을 향한 방향에만 파괴력이 작용한다. 이것이 cushion blasting의 원리이다.

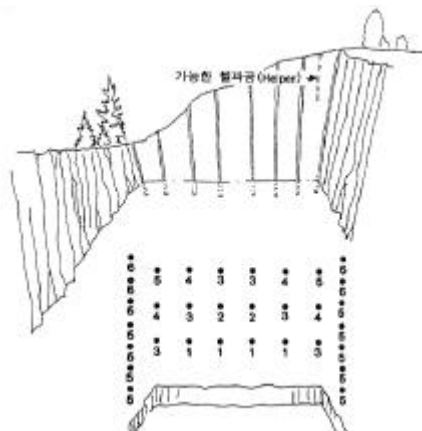
쿠션발파에 있어 장약은 발파공 사이에 동시 또는 최소한의 지연으로 점화되어야 한다. 장약의 균질한 폭발력에 의해 공간을 균질하게 절단하여 깨끗한 절단면을 형성한다. 장약방법으로는 채굴지의 아래 부분에는 전색을 피하고 구멍사이의 전단파괴를 촉진시키기 위하여 공 아래부분에 장약농도를 높여야 한다. 이 방법은 line drilling에 비해 천공간격을 넓게 할 수 있으므로 천공비용을 경감시킬 수 있고 견고하지 않은 암반이라도 좋은 결과를 얻을 수 있다는 장점을 가지고 있으나, line drilling이나 pre-splitting 등을 병행하지 않고서는 90° 각으로 발파하기가 어렵다.



<그림 4-6> 쿠션 블라스팅

4.3.4 스무스 블라스팅(Smooth blasting)

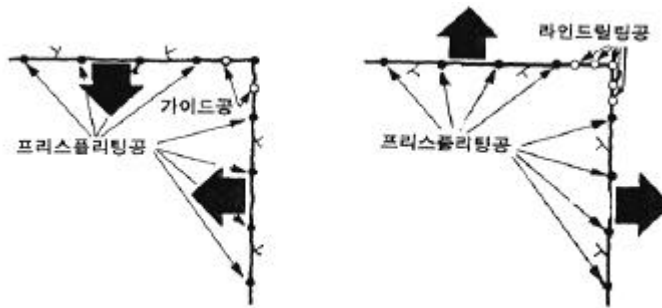
쿠션발파와 원리는 거의 같지만 스무스 발파의 공은 나머지 공과 함께 점화되는 점이다. 따라서 주 발파부분을 미리 굴착할 필요가 없다. 스무스 블라스팅을 채용할 경우, 사용하는 폭약은 단위길이당 장전밀도가 낮은 것이나 혹은 효과가 약한 저폭속의 것으로 한다. 스무스블라스팅을 채용하는 장소는 천공패턴을 보통보다 좁게 배치한다.



<그림 4-7> 스무스블라스팅의 원리

4.3.5 복합법

위의 line drilling, pre-splitting, smooth blasting 등의 방법을 변형 혹은 조합할 필요가 있다. 연암의 경우 line drilling과 smooth blasting의 결합 또는 line drilling과 pre-splitting의 결합은 smooth blasting 또는 pre-splitting방법을 단독으로 이용할 때보다 더 좋은 결과를 낸다. smooth blasting이나 pre-splitting 발파가 곡선이나 원뿔이면, guide hole을 이용하면 더 좋은 결과를 낸다. 직선발파에서보다 더 좁은 간격이 필요하다는 것도 고려해야 한다.



<그림 4-8> 90° 각도 부분에 있어서의 제어발파방법

5. 국내 폭약의 종류 및 특성

5.1 국내화약의 종류별 제품특성 <한국화약(주) 제품>

5.1.1 폭약

제품명	평균 폭발속도 (m/sec)	가비중 (g/cc)	폭발열 (kcal/kg)	낙추감도 (cm)	가스량 (ℓ/kg)	내한성 (°C)	내수성	비고
하이마이트 5500 (HiMITE 5500)	5,600	1.3 1.5	1,135	50	906	- 20	우수	-
하이마이트 6000 (HiMITE 6000)	6,700	1.4 1.6	1,230	35 45	880	- 20	우수	-
하이마이트SM5500 (HiMITE SM5500)	5,600	1.3 1.5	1,135	50	906	- 20	우수	수중용
하이마이트SM6000 (HiMITE SM6000)	6,700	1.4 1.6	1,230	35 45	880	- 20	우수	수중용

* 젤라틴 다이ना마이트의 일종으로, 현재 국내에서 가장 많이 사용되고 있으며, 연암에서
극경암발파까지 사용

제품명	평 균 폭발속도 (m/sec)	가비중 (g/cc)	폭발열 (kcal/kg)	낙추감도 (cm)	가스량 (ℓ/kg)	내한성 (°C)	내수성	비고
코벡스 100 (KOVEX 100)	4,800	1.0 1.1	880	100	906	- 5	최우수	-
코벡스 300 (KOVEX 300)	3,500	1.0 1.1	1,010	100	880	- 1	최우수	탄광용
코벡스 700 (KOVEX 700)	4,800	1.1 1.2	860	100	906	- 5	최우수	-

* dynamite와 ANFO의 단점을 보완한 슬러리 폭약으로 함수폭약의 일종.
dynamite에 비해 폭속과 위력이 낮아 도심지발파시 소음/진동을 적게 발생.

제품명	평 균 폭발속도 (m/sec)	가비중 (g/cc)	폭발열 (kcal/kg)	낙추감도 (cm)	가스량 (ℓ/kg)	내한성 (°C)	내수성
뉴마이트 4000 (NewMITE 4000)	4,500	1.1 1.2	858	100	815	- 20	최우수
뉴마이트Ⅱ 5500 (NewMITEⅡ 5500)	5,500	1.1 1.3	833	100	818	- 20	최우수
뉴 마이트Ⅱ 4000 (NewMITEⅡ 4000)	5,500	1.1 1.3	836	100	821	- 20	최우수

* 에멀전폭약으로 함수폭약의 일종으로 도심지발파에 이용

제 품 명	평 균 폭발속도 (m/sec)	가비중 (g/cc)	폭발열 (kcal/kg)	낙추감도 (cm)	가스량 (ℓ/kg)	내한성 (°C)	내수성
초안폭약	3,500	1.1	650	50	820	- 20	취약

* 일반용과 탄광용이 있으며, 비교적 저폭속으로 연암발파에 이용

제 품 명	평 균 폭발속도 (m/sec)	가비중 (g/cc)	폭발열 (kcal/kg)	낙추감도 (cm)	가스량 (ℓ/kg)	내한성 (°C)	내수성
초유폭약,안포 (AN-FO)	2,800	0.9	1,100	50	970	- 30	취약

* 초안폭약의 일종으로 저폭속·저비중제품. 연암으로 형성된 노천발파에 이용(대형석산 등)

제 품 명	평 균 폭발속도 (m/sec)	가비중 (g/cc)	폭발열 (kcal/kg)	낙추감도 (cm)	가스량 (ℓ/kg)	내한성 (°C)	내수성
화이넥스- I (FINEX- I)	4,400	1.0	650	40	640	- 20	보통
화이넥스- II (FINEX- II)	3,900	1.0	920	50	740	- 20	보통

* 조절발파에 사용되는 정밀폭약

5.1.2 뇌 관

1) 하이데토

MS시리즈			LP시리즈			MS/LP 조합가능단수			
단수	초시(ms)	색 갈	단수	초시(ms)	색갈	단수	초시(ms)	단수	초시(ms)
순발	0	오렌지	1	100	백적	순발	0	25	900
1	20	백적	2	200	백청	1	20	26	1000
2	40	백청	3	300	백자	2	40	27	1200
3	60	백자	4	400	백록	3	60	28	1400
4	80	백록	5	500	백황	4	80	29	1600
5	100	백황	6	600	백흑	5	100	30	1800
6	120	백흑	7	700	적청	6	120	31	2000
7	140	적청	8	800	적자	7	140	32	2500
8	160	적자	9	900	적록	8	160	33	3000
9	180	적록	10	1000	적황	9	180	34	3500
10	200	적황	11	1200	백적	10	200	35	4000
11	220	백적	12	1400	백청	11	220	36	4500
12	240	백청	13	1600	백자	12	240	37	5000
13	260	백자	14	1800	백록	13	260	38	5500
14	280	백록	15	2000	백황	14	280	39	6000
15	300	백황	16	2500	백흑	15	300	40	6500
16	320	백흑	17	3000	적청	16	320	41	7000
17	340	적청	18	3500	적자	17	340		
18	360	적자	19	4000	적록	18	360		
19	380	적록	20	4500	적황	19	380		
			21	5000	백적	20	400		
			22	5500	백청	21	500		
			23	6000	백자	22	600		
			24	6500	백록	23	700		
			25	7000	백황	24	800		

2) 화이넥카(FINECKER) - 미진동 파쇄기

제 품 명	연소속도 (m/sec)	반응열 (kcal/kg)	가스량 (ℓ/kg)	낙추감도 (cm)	발화점 (°C)	약 상
화이넥카 (FINECKER)	60	1,500	50	60	455	분상

* 미진동파쇄기로서 화공품의 일종. 순간적인 열팽창을 이용하는 것으로 도심지 콘크리트, 암반, 교각 등의 발파시 사용.

3) 하이넬(HiNEL)-비전기식 뇌관

MS시리즈			LP시리즈		DHD	TLD/Bunch	Stater	MS-Connector
구 분	단수	초시(ms)	단수	초시(ms)	초시(ms)	초시(ms)	초시(ms)	초시(ms)
초시 규격	순발	0	1	100				
	1	20	2	200	400	0	0	17
	2	40	3	300				
	3	60	4	400	425	17		25
	4	80	5	500				
	5	100	6	600	450	25		42
	6	120	7	700				
	7	140	8	800	475	42		67
	8	160	9	900				
	9	180	10	1000	500	67		109
	10	200	11	1200				
	11	220	12	1400		109		
	12	240	13	1600				
	13	260	14	1800		176		
	14	280	15	2000				
	15	300	16	2500				
	16	320	17	3000				
	17	340	18	3500				
	18	360	19	4000				
	19	380	20	4500				
			21	5000				
			22	5500				
			23	6000				
			24	6500				
			25	7000				
색상	튜브	White	White		White	Orange	Orange	Orange
	크립	Yellow	White		미부착	미부착	미부착	미부착
Tube 길이	2.4/ 3.6/ 4.8/ 6.0 m				6/ 9/ 12/ 15 / 18/ 21 m	2.4/ 3.6/ 4.8 m	50/ 100/ 15 0 m	0.45 m

6. 발파진동의 저감대책

발파진동은 장약량을 감소시키면 감소하나 자승근 환산거리의 경우 진동수준을 절반으로 줄이기 위해서는 지발당 장약량을 1/4 이하로 줄여야 한다는 것을 의미한다. 이렇듯 장약량이 기하급수적으로 줄어들면 암반파쇄 및 발파효과의 저하를 초래하는등 사실상 발파가 불가능해진다. 따라서 발파진동을 제어하고 발파효과도 충분히 얻을 수 있는 발파방법을 모색할 필요가 있다. 발파진동의 저감대책을 살펴보면 다음과 같다.

6.1 발생원 대책

진동 및 소음수준을 감소시키기 위해서는 발생원 자체에서 주변 암반이나 공기중으로 전달되는 에너지를 작게 하는 것이 가장 효과적이라 할 수 있다.

1) 저폭속 폭약의 사용

연암에는 폭속이 낮은 화약을 택하며, 경암에는 폭속이 높은 화약을 택하는 것이 발파효과도 높이고 진동수준도 낮게 할 수 있다. 연암에 폭속이 높은 화약을 사용할 경우 에너지는 파괴에 작용하는 것보다 진동수준을 높이는 결과를 가져와 발파효과도 나쁘고 진동만 크게 되어 발파작업에 역효과를 가져오게 된다. 따라서 현장의 암질에 맞는 폭약을 선택하는 것도 진동 수준을 조절하는 방법이다.

2) 특수화약의 사용

도심지 발파시 폭음과 발파진동을 제어하기 위해서 개발된 특수화약중 대표적인 것이 미진동 파쇄기(C.C.R, Cracker for Concrete & Rock)와 팽창제(Calm-mite, S-mite 등)이다. 미진동 파쇄기는 연소속도 60m/sec, 반응열 1,300~1,500kcal/kg 정도로 일반화약과 같이 폭력에 의한 파괴가 아니라 반응열에 의한 순간적인 열팽창을 이용한 파괴이다. 팽창제는 물과 혼합되었을 때의 수화작용에서 생기는 고열과 팽창압이 충전공벽에 작용하여 공벽에 균열이 생기게 하는 원리를 이용한 것이다.

3) 지발발파에 의한 방법

발파진동은 단당장약량에 의해 결정되므로 단발전기뇌관을 이용하여 단당의 장약량을 한계량 내에서 실시하는 방법으로 진동이 연속되지 않도록 점화시간을 조절하는 DSD(Desisecond Detonator)발파와 반대로 극히 짧은 시간차

를 중복시켜 진동파를 상호간섭에 의해서 감쇄시키는 MSD(Milisecond Detonator)발파 방법이 있다.

4) 다단식 발파

다단식 발파는 기존의 전기뇌관을 사용하여 발파패턴 설계의 한계성을 극복하기 위하여 개발된 것으로 시간차별로 전기를 분산시켜 공급하는 장치로, 현재 지발전기뇌관을 사용할 때 시차 제한의 문제점을 보완하여 진동 및 폭음을 분할시킴으로서 진동 및 폭음을 감소시키고 발파효과를 향상시켜 최적의 발파를 수행하는 system으로 1994년부터 국내에서도 노천 및 터널 발파에 본격적으로 사용되고 있다.

5) Nonel(Non-Electric detonator)방식에 의한 무한단차발파



<그림 6-1> 터널에서의 비전기식 뇌관 패턴 예

6) 발파패턴 조절에 의한 방법

폭발에너지가 암반의 파쇄에 적절히 소비되어 좋은 발파효율을 갖도록 하는 것으로 발파패턴과 관련하여 발파진동을 저감할 수 있는 사항은 다음과 같다.

가) 최소저항선이 너무 크거나 공저장약이 많을 경우 진동의 발생이 크게 되므로 가능한 최소저항선을 작게 하고 공저의 과장약을 피한다.

나) 대구경 발파에서 장약밀도가 높으면 소구경 발파보다 진동크기가 높으므로 진동을 제어할 지역에서는 가능한 소구경 천공기를 이용한 발파패턴을

적용하는 것이 좋다.

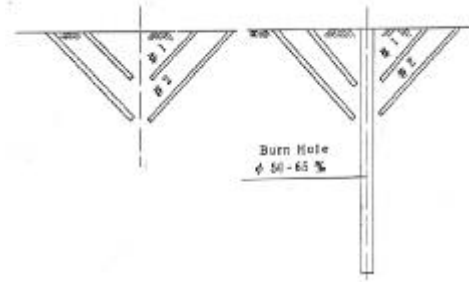
다) 전색을 완전히 해야 한다.

라) Decoupling 효과에 의한 방법

공경과 약경의 비를 D.I(Decoupling Index)라 하며, D.I가 커질수록 발파진동의 크기에 크게 영향을 미치는 폭속이 저하된다.

7) 심발발파 방법에 의한 방법

그림과 같이 미리 중앙부에 작은 Angle cut를 하여 자유면을 형성시켜 다음 단의 부담을 감소시킴으로서 진동을 저감시키는 방법이다.

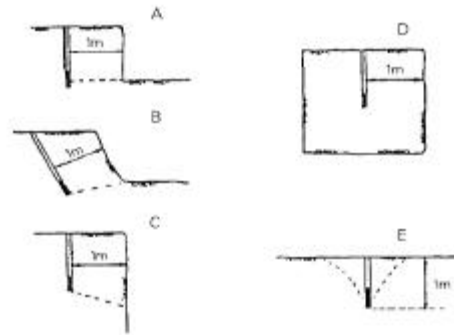


<그림 6-2> Double 심발에 의한 진동저감

8) 자유면과 천공위치에 의한 조절

자유면의 수와 천공위치는 암반에서 진동크기에 큰 영향을 준다.

자유면수를 증가시키고 천공위치를 <그림 6-3>과 같이 할 경우 일반 벤치발파의 2 자유면 일 때 각각 다른 경우 장약량을 비교한 것이다.



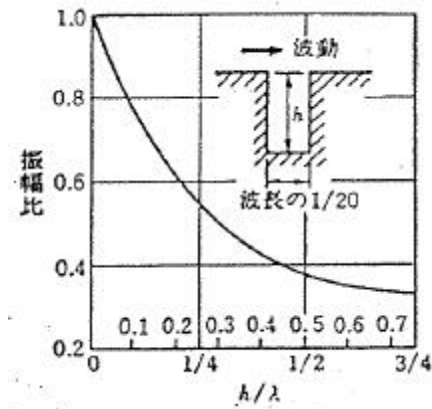
<그림 6-3> [표 6-1]의 천공위치

[표 6-1] 천공위치와 자유면의 증가에 의한 장약량 비교(일반벤치발파 기준)

구 분 천 공 위 치	자유면 수	비교 장약량	그 립
일반벤치발파	2	1	A
경사천공	2	0.85	B
하부에 자유면만 있을 경우	2	0.75	C
전 색	6	0.25	D
누두공 발파	1	2 10	E

6.2 방진구

진동파중 우리가 가장 관심을 갖고 대응하는 것이 Rayleigh파 이다. 이 표면파는 1.5λ 정도깊이로 분포하며, 방진구에 의한 지반매질 변화를 이용하여 진동파를 감쇠시키는 이론이다. 현실적으로 적용하기 어려운 경우가 많으며, 방진구 깊이에 따른 진폭의 감쇠정도는 <그림 6-4>와 같다.



<그림 6-4> 방진구 깊이와 진폭비

[참 고 문 헌]

1. 서울시 지하철공사, 발파진동식 확립과 제어발파결정을위한 연구보고서, 1983
2. 한국소음진동공학회, 건설공사장 소음진동저감방안 세미나, 1997
3. 한국소음진동공학회, 춘계학술대회논문집, 2001
4. 구미서관, 발파핸드북, 김웅수, 1992

인천국제공항 화물터미널현장 동절기공사 시공사례

인천국제공항 화물터미널현장 건축부장 이용남

1. 개 요

1.1 공사개요

화물터미널시설은 민자사업으로 추진된 것으로 급격히 증가하는 항공교통 수요에 적극적으로 부응하고 동북아시아지역 화물공항으로서의 역할을 극대화하며 국가간, 지역간 교역의 활성화와 수출입, 통과화물의 안전하고 신속한 처리로 화주와 항공사, 운송대리점 그리고 관련기관의 편의도모와 나아가 국력신장 및 국익증대를 위하여 건설되었다.

인천국제공항 활주로 동쪽 1단계 화물지구 남쪽에 건설된 대한항공 화물터미널은 동 시설은 연간 80만톤의 화물을 처리할 수 있는 화물터미널과 항공화물 관련업체에 임대하는 운송대리점 및 식물검역방제시설인 훈증실 등 3개동으로 이루어져 있으며, 김포화물터미널의 약 2배 규모인 화물터미널에는 화물의 운반 및 보관능력 향상, 수입화물의 입출고 및 재고관리의 자동화, 터미널운영 및 창고관리 전산화 등으로 보다 신속하고 효율적인 화물운송 System을 구축하였다



<전면부 전경>

공 사 명	인천국제공항 화물터미널A 신축공사		
사업 시행자	주식회사 대한항공		
공 사 감 리	화물터미널감리단 (신한+동우 컨소시엄)		
공 사 기 간	1998. 4. 2 2000. 10. 31		
화물처리능력	80만톤/년		
건 축 면 적	51,908.47m ² (15,702.31PY)		
연 면 적	65,910.89m ² (19,938.04PY)		
구 분	화 물 터 미 널	운 송 대 리 점	훈 증 실
규 모	지하1층, 지상3층	지상4층	지상1층
건 축 면 적	49,714.73m ²	1,956.68m ²	237.06m ²
연 면 적	57,863.60m ²	7,810.23m ²	237.06m ²
건물최고높이	19.22m	22.25m	5.40m
주 요 구 조	철골구조	철근콘크리트조	철골구조

1.2 동절기공사 적용배경

공정상 화물터미널이 1998년 동절기에 PHC파일항타가 마무리되고 철근콘크리트공사가 시작되는 시점이었고, 1999년 동절기에는 철골공사 마무리와 각층 콘크리트 타설이 예정되어 있었으며, 운송대리점 철근콘크리트 작업이 시작되는 시점이었다. 이러한 시점에 콘크리트타설, 내화뿔철, 조적공사, 용접작업 등의 동절기공사는 계획공기 준수를 위하여 추가비용 부담을 감수하고서라도 시행 하여야할 불가피한 선택이었으며 공기준수와 품질유지를 위하여 적절한 동절기공사 품질대책 방안을 수립, 감리와 공항공사, 발주처의 승인을 득하여 시행하게 되었다.

2. 동절기 시공

2.1 동절기공사 장비 및 자재 투입현황

장비/자재명	규격	수량	사용부위	비고
이동식 열풍기	100,000Kcal/HR	5 대	1층 Topping Con'c 양생보양용 2층 바닥 Con'c 양생보양용	
비닐 천막	10M × 10M	40 SHT (4,000M ²)		바람막이, 열보온
비닐 쉬트	0.03 2겹 1.8M × 91M	20 R/L (3,276M ²)		눈, 우기시 사용
보양포	1.8M × 20M	50 R/L (1,800M ²)		
온도계		5 EA	Con'C 타설부위 온도 Check 기록	

2.2 한중 콘크리트 타설

콘크리트의 동결온도는 대략 -5℃ ~ -2℃이고 경화전 콘크리트가 동결되면 그후 적절한 양생을 하여도 내구성, 수밀성 등이 크게 저하되므로 콘크리트의 초기 동해에 각별히 주의해야 한다. 3일 이상 일평균 기온이 5℃ 이하로 될 것이 예상될 때 한중 콘크리트로 시공하였다.

2.2.1 타설절차

- 1) 감리원과 시공사의 정례 주간회의시 공정 및 예년 천후표 등을 참고로 타설 일자 및 선행 공정을 조정(지연 또는 야간 작업)하였다.
- 2) 타설전 검토사항

Slab부위는 눈, 우수 등에 의한 빙결이 예상되므로 얼음 위에 콘크리트를 타설하는 결과를 초래하므로 타설전 청소를 철저히 한다.

 - 가) 타설 장비의 설치 및 사용계획 검토
 - 나) 타설시간의 조정 (일출후부터 일몰 2시간 전까지)
 - 다) 타설구간을 최대한 축소 조정
- 3) 타설승인

가) 현장 여건에 맞는 양생계획을 수립하여 타설일 24시간전 감리원에 승인요청을 하고 타설 당일의 일기를 감안 타설당일 눈,비가 예상되면 타설일자를 조정

나) 타설당일 예상최고기온이 영하 10℃ 이하일 경우 타설연기

4) 타설

가) 일기의 변화를 주시/기록유지

나) 물, 시멘트비 조정

다) 기온이 0℃ 영하 5℃까지는 조강제 등 혼화제를 감리원과 협의하여 사용

라) 영하 10℃까지는 초기강도를 얻기 위하여 콘크리트 28일 강도를 설계보다 1단계 Up-Grade를 감리원과 협의후 시행

마) 영하 10℃ 이하일 경우 작업을 중단하고 현 상태에서 끊어치기 추진

5) 양생

가) 초기강도 확보시까지 보온, 난방을 실시

나) 지상의 타설은 열풍기, 보온포대, 하부 난방을 시행하고 국부적인 난방방법 지양

다) 양생중에는 콘크리트의 온도를 5℃ 이상으로 유지하고, 양생후 특히 2일간은 0℃ 이상을 유지하며, 콘크리트 테스트햄머로 감리원과 압축강도 (50kg/cm³ 이상) 확인시까지 양생지속.

2.2.2 시공기준

외기 온도	시 공 기 준	비 고
0℃ ~ 4℃	간단한 주의 및 보온 시공	
-3℃ ~ 0℃	물 또는 골재가열, 보온 시공	
-3℃ 이하	물, 골재가열 및 보온 시공	

2.2.3 시공대책

한중 콘크리트의 생산 설비는 다음 사항이 준수될 수 있도록 요구하고 확인.

1) 재료

가) 시멘트 - 보통 포틀랜드 시멘트 사용

나) 골 재 - 골재에 빙설이 혼입되어 있는 경우 사용을 금지하고 별도의 보온시설이 있는 창고에서 보관 또는 보온 덮개를 설치 보관토록 요구

2) 배합

단위 수량을 적게하고 소요되는 Workability를 얻기 위하여 AE제, 조강제를 사용하며 혼화제 사용할 때는 감리원과 사전협의

3) 비비기

콘크리트의 생산온도가 다음표 값 이상이 되도록 Batch Plant에 요청

구 분	단 면 최 소 치 수				비 고
	30cm 이하	30 90cm	90 180cm	180cm 이상	
타설시 최소온도(°C)	16°C	13°C	10°C	7°C	

4) 운반

- 가) 운반도중의 열손실을 방지하기 위하여 보온재로 드럼을 감싼 차량에 한해 사용.
- 나) 차량이동공간 확보 및 차량유도원 배치를 통해 생산설비에서 현장까지 도달하는 시간을 최대한 줄이고 적정한 공급간격을 유지하며 가능한 한 신속히 타설.

2.2.4 보온양생

- 1) 일반적으로 기온이 빙점이하로 떨어지지 않는 경우에 시멘트의 수화열을 이용하여 소정의 강도가 발휘될 때까지 한풍이 콘크리트 표면에 닿지 않도록 보양.

2) 방풍보온시설

가) 1층 Topping Con'c 및 2층 Slab 타설

- ① 비닐천막 설치 보양
- ② 콘크리트 표면 보양포 덮개 설치로 수화열 급냉 방지
- ③ 0°C 이하일 경우 비닐천막을 설치하고(현장 상황에 따라 비닐 천막 Truss를 제작하여 설치) 이동식 열풍기(100,000 Kcal/HR)를 가동하여 영상 5°C 이상 유지.

나) 보양에 필요한 소요열량 산출

- ① 1 Time 타설 예정면적 $30M \times 105M = 3,150M^2$
- ② 비닐천막 전체 면적
 $(30M \times 105M) + (30M \times 2 \times 2) + (105M \times 2 \times 2) = 3,690M^2$
- ③ 열전도율 및 열전도 저항 산출 (지표면은 열전도가 되지 않음)
- ④ 타설부위 소모열량 및 이동식 열풍기 대수 산정
 - 시간당 소모열량 계산
 $\text{소모열량} \times \text{면적} \times \text{필요온도} = \text{소모열량 (Kcal/HR} \cdot \text{deg} \cdot M^2)$
 - 소모열량 = 6.024Kcal
 - 면 적 = $3,690M^2$ (외기에 접하는 비닐천막 면적)

구 조		재 료	열전도율	열전도저항	비 고
① ② ③ 외 기 공기저항층 비닐천막 내 부	1. 외표면막 저항	3.0	0.033		
	2. 비닐 천막	-	0		
	3. 내표면막 저항	7.5	0.133		
	어떤 재료든지 막이 쳐지면 공기저항층이 내,외부에 형성됨				

※ 비닐 면적당(M²) 소모열량 : $1 \div 0.166 = 6.024 \text{ Kcal/HR} \cdot \text{deg} \cdot \text{M}^2$

- 온 도 = 외기온도 (12월 2월 평균온도 -3도의 2배적용 -6도)
와 콘크리트 양생 및 타설 적정온도 (10도 적용)의 차
= 16°C

- 총소요열량

$$6.024\text{Kcal} \times 3,690\text{M}^2 \times 16 = \underline{\underline{355,657 \text{ Kcal/HR}}}$$

- 이동식 열풍기 100,000Kcal/HR × 4대

$$= 400,000\text{Kcal/HR} > 355,657\text{Kcal/HR}$$

※ 이동식 열풍기 4대 가동시 1 Time 타설면적 보온 양생 가능하나 외부
바람 인입 및 보양시 열손실을 감안하여 1대 추가 설치함.

→ 총 이동식 열풍기 5대 가동



<보양작업후 콘크리트 타설>

3) 한중 콘크리트 보온양생 사후관리

공 종	시 공 관 리 대 책			
급열양생 (초기동해 방지)	• 양생방법 : 급열양생 • 주위시설 : 급열 양생시 콘크리트 타설부위는 차단막 설치 • 초기 급열양생 종료시점 -종료기준 :초기동해를 방지 할 수 있는 강도를 확보할 때까지 -급열 양생시 콘크리트 온도는 최소 10℃ 이상유지 -초기 급열양생 종료를 위한 요구 압축강도 (타설현장 방치 공시체 강도)			
	단면두께 노출상태	30 cm 이하	30- 180 cm 이하	180 cm 이상
	1) 계속/ 자주 물로 포화되는 부분	150kg/cm ²	120kg/cm ²	100kg/cm ²
	소요 압축강도 확보를 위한 양생 일수 (양생온도 : 5- 10℃)	7 - 9 일		
	2) 보통의 노출 상태에 있고, 1)에 속하지 않는 부분	50kg/cm ²	50kg/cm ²	50kg/cm ²
	소요 압축강도 확보를 위한 양생 일수 (양생온도 : 5- 10℃)	3 - 4 일		
	• 초기 보온/ 급열양생 종료 후의 관리 -초기 보온/급열 양생완료 후 노출면은 시트나 양생포로 보호 -보온/급열 양생 후 콘크리트의 급격한 온도저하에 따른 균열 발생 방지를 위한 콘크리트 온도 저하 허용치(1일간) 준수			
일반 양생관리 (보온/ 급열 양생 후)	조 건	단 면 치 수		
		30cm 이상	30-90cm 이상	390- 180cm이 상
	보온,급열양생 후 1일간 콘크리트 온도저하 허용치	28℃ 이하	22℃ 이하	17℃ 이하

4) 거푸집 존치 기간의 최소값(日)

부위		시멘트의 종류	콘크리트 강도시험을 하지 않은 경우의 콘크리트 재령(日)		콘크리트의 압축강도 시험을 행하는 경우
			평균기온 0°C 이상	평균기온 5°C 이상	
보	기초, 보측면, 기둥 및 벽	조강포오텔랜드시멘트	5	3	50 kg/cm ² 이상
		보통포오텔랜드시멘트 고로시멘트 A종 플라이애시 시멘트 A종 실리카시멘트A종	8	5	
		고로시멘트B종 플라이애시 시멘트 B종 실리카시멘트B종	10	7	
판	판 밑, 보 밑	조강포오텔랜드시멘트	10	6	설계기준강도의 50% 이상
		보통포오텔랜드시멘트 고로시멘트 A종 플라이애시 시멘트 A종 실리카시멘트A종	16	10	
		고로시멘트 B종 플라이애시 시멘트 B종 실리카시멘트B종	18	12	
지보공	바닥판 밑의 지주	조강포오텔랜드시멘트	15	12	설계기준강도의 85% 이상
		보통포오텔랜드시멘트 고로시멘트 A종 실리카시멘트A종	28	25	
		고로시멘트 B종 플라이애시 시멘트 B종 실리카시멘트B종	28	28	

2.3 내화뿔칠

작업전·후 24시간중 개구부보양 및 열풍기 가동 등으로 주변 및 바탕면 온도가 4°C이상 될 수 있도록 하고 주변 및 표면온도가 4°C이하일 경우에는 작업을 하지 않음.

2.4 조적공사

- 1) 표면이 얼었을 때는 공사중지

- 2) 4°C 미만에서 작업시 사전에 조적용 자재를 가열하고 및 조적부분을 얼지 않도록 조치후 감리원 승인하에 작업
- 3) 공사중 조적부분은 완전히 덮어서 결빙, 강설로부터 보호하며 최소 영하 1°C이상 유지
- 4) 모르타르 또는 그라우트는 섭씨 21도에서 40도 유지
- 5) 조적벽 양면의 기온은 최소 72시간동안 섭씨 40도 유지
(조강 시멘트를 사용하는 경우 48시간동안 유지)

2.5 용접 작업중 예열

2.5.1 예열 목적

- 1) 모재가 용접시 가열 되었다가 식을 때 냉각속도를 느리게 해줌으로써 모재의 열영향부와 용착급속의 경화를 방지하고 연성을 높이며,
- 2) 냉각의 시간을 지연시켜 용착급속의 수소성분이 달아날 시간적 여유를 주어 비이드 균열을 방지하기 위함으로
- 3) 특히 추운 겨울 추운데 두었던 재료를 용접할 때는 예열이 절대 필요하며 예열과정에 불순물 제거나 습기제거의 부수적 효과도 있다.

2.5.2 예열이 필요한 부재와 온도

강 종	이 음	용 접 봉	판두께(mm)		
			T < 19	19 < T < 38	38 < T < 50
SS 400 SWS 400 SMA 400	Groove	피복 Arc 용접	-	10	40 - 60
		Flux Cored Arc 용접 Submerged Arc 용접 CO ₂ 용접	-	10	40 - 60
SWS 490 SWS 500 SMA 490	Groove	피복 Arc 용접	-	40 - 60	80 - 100
		Flux Cored Arc 용접 Submerged Arc 용접 CO ₂ 용접	-	10	40 - 60

일반적인 잡철공사는 THK 19mm 이하로서 T=14mm는 상기표와 같이 예열은 필요치 않으나 용접모재의 온도가 0°C 이하일 때 예열 온도를 최소 10°C로 상환에 따라 감리원과 협의 후 실시한다.

3. 동절기공사의 효과

동절기공사를 시행하는 동안 추가비용의 발생, 안전사고 위험 증가, 작업의 어려움 등이 있었으나 승인된 시공계획에 따라 철저한 관리를 함으로써 목표한 품질을 달성하면서 신공항 개항에 차질을 주지 않고 계획공기를 준수함으로써 전체적으로 볼 때 비용절감의 효과와 당사에 대한 대외신용도 증대에 기여하게 되었다.

APEC 엔지니어링에 관한 소고(小考)

1. APEC 엔지니어의 개념

APEC 엔지니어 상호인정 사업은 1995년 APEC 각료회의에서 제안된 후 호주 정부와 회원국들의 적극적인 참여로 많은 의견이 수립되어 이제는 그 형태가 거의 갖추어져 가고 있고, 작년 6월 캐나다 밴쿠버에서 열린 회의에서 합의하여 작년 11월부터 한국을 비롯한 7개국이 정식으로 APEC 엔지니어링 등록을 수행하고 있다. APEC 엔지니어 상호인정 제도는 각 회원국에 현존하고 있는 기존의 기술사보다 상위개념의 자격 기술자를 배출하여 그들로 하여금 아시아 태평양 지역의 각 회원국간 국경에 구애됨이 없이 자유롭게 이동하면서 엔지니어링업무 활동이 가능하도록 하기 위해 만들어낸 제도이다.

APEC엔지니어링의 기본적인 자격요건으로는 회원국의 기술사로서 대학 졸업 후 7년 이상의 실무경력과 중요한 엔지니어링 업무에서 책임자로서 2년 이상의 실무경력을 요구하고 있다. 또한 자기개발을 위한 계속교육을 꾸준히 유지할 것을 필요로 한다. 한국은 이러한 원칙에 근거하여 작년 11월에는 첫 APEC 엔지니어를 배출할 계획으로 관련업무 추진을 기하고 있다.

2. APEC엔지니어의 활용에 대한 논점

작년 6월 밴쿠버 회의 종전에는 자격의 기준에 관한 토의와 협의가 있었고 밴쿠버 회의부터는 APEC엔지니어의 활용에 관한 토의가 시작되었으며 이는 각국의 다양한 이해가 걸려 있고 더구나 당국자들이 직접 관계하여 상황에 따라서는 국내법을 개정해야 하는 경우도 있을 수 있기에 상당히 첨예한 사항으로서 많은 의견들이 돌출 될 수밖에 없다. 몇 사람이 목표를 정해놓고 그 방향으로 유도한다고 하여 쉽게 이루어질 사안도 아닌 것이다. 각국에서 나름대로 이해득실을 계산하고 있는 분명한 이유는 있을 것이나 아무도 그 이유에 대해서는 공식적으로 이야기한바가 없기 때문에 대략 여기에서는 추측하여 말할 수밖에 없다.

호주의 경우를 살펴보면, 호주는 본 사업의 주도국으로서 상당한 자금과 인원

을 투자하고 있다. 호주는 주로 동남아 지역 출신들의 학생을 불러들여 교육서비스를 제공함으로써 들어오는 교육비 수입으로 적잖은 이득을 보아 왔고 더 나아가서는 여기에서 교육을 마친 인재들이 각국에 귀의하여 활동하면서 호주의 제도 등을 선호하게 되니 당연히 다른 나라보다 유리한 조건으로 그 나라에 진출하여 엔지니어링 서비스를 제공하여 수입을 늘려 올 수 있었다. 그러나 이제는 동남아 국가들도 깨어나서 모든 엔지니어링 서비스 계약에서 기술이전을 반드시 요구하고, 어지간한 엔지니어링 업무는 스스로 해결할 능력도 갖추서 과거처럼 쉽게 재미를 볼 수 있는 상황은 아니다. 과거와 다른 새로운 패러다임으로 바꾸어 공략할 필요가 생긴 것이다.

이와 관련해 비근한 예로 생각해 볼 수 있는 것이 선진국이 주축이 된 WTO 등에서 주장하고 있는 소위자유무역 제도라 할 수 있다. 경쟁의 료를 공개적이고, 투명하게 만들어서 후진국의 각종 장벽을 무너뜨리겠다는 전략인 것이다. APEC 엔지니어 상호 인정사업이 추구하는 바대로 엔지니어들이 자유스럽게 국경을 초월하여 활동하면서 시장원리에 의하여 경쟁을 할 수 있다면 당연히 호주같은 선진국들의 엔지니어들에게 유리한 것은 명약관화하다. 더구나 각종기준을 설정하는 과정에서 그들이 사용하고 있는 제도를 표준으로 하도록 하면 다른 나라에 그 제도를 수출하여 그 나라에 막대한 영향력을 행사할 수 있는 효과까지 거둘 수 있는 것이다. 호주가 앞장서서 이 사업을 추진하는 배경은 바로 이러한 까닭이라 여겨진다.

그렇다면 우리나라는 무슨 이득을 얻을 것이라고 계산하여 참여하고 있는 것일까? 우리의 사정은 호주의 경우와는 사뭇 다르다. 우리는 외국의 유학생을 불러들여 교육을 시키고 돈을 번 실적이나 엔지니어링 서비스를 수출한 실적이 미미하다. 오히려 반대의 경우가 훨씬 많다. 우리는 국제화시대에서 따돌림당하는 것이 두려워 참여하는 측면도 부인할 수 없다. 즉, 참여하지 않을 경우 국제사회에서 고립되어 여러 가지 면에서 불리하게 될 것이다. 우리의 엔지니어링 능력이 부족하여 그동안 선진 외국기술을 도입하는데 급급하였던 만큼 미국 일본 등에게 후한 조건을 내걸고 그들을 대대적으로 환영해 왔고 그들이 요구하는대로 모든 것을 내주다시피 하는 정책을 써왔기 때문에 감히 한국을 어떠한 형태로든 제재할 생각을 하지 못한게 사실이다. 그러나 이제 세월이 흘러서 우리도 어느 정도 능력이 배양되어 있는 형편이 되었으니 우리도 국제사회에 나가서 경쟁의 료를 배우고 익혀서 경쟁에 참여하지 않을 수 없게 되었다.

또한 우리도 APEC에 소속된 국가중 후진국인 몇몇 동남아 국가에는 우리 엔지니어링 서비스를 수출할 수 있는 가능성이 생겼다. 현재는 비록 기술능력이 부

족하지만 장래를 내다보고 기술능력을 키운다면 우리의 경우에 희망이 있다고 할 수 있다. 비교적 교육열이 높고 역동적인 국민성을 가지고 잇는 우리는 우선 인구수와 기술자수에서 엄청난 자원을 보유하고 잇는 셈이다. 대통령까지 나서서 널리 주장하고 잇는 사실이지만, 인적 자원을 훈련시켜 국제사회에 나선다면 다른 나라의 풍부한 부존자원 못지 않은 매우 강력한 자원이 될 것이 틀림없다. APEC 엔지니어 상호인정 사업은 잘 이용하면 바로 우리 인적자원을 국제사회에 진출시켜 크게 효과를 볼 수 잇는 절호의 방안이라 하겠다.

3. 개인 기술자들에게 돌아가는 이익

우선 다른 사람들에게 자격을 인정받는 것은 가슴 뿌듯한 일일 것이다. 당신이 자신의 명함이나 캐리어에 ‘APEC엔지니어’라는 명칭을 붙일 수 있다는 것만도 기분 좋은 일일 것이다. APEC엔지니어는 분명히 그 수준이 일반 기술사보다 한단계 위인만큼 당연하다 하겠다.

현재 한국 건설업체가 시공 계약자로 잇는 말레이시아, 싱가포르 공사현장에서는 중요한 설계도서에 현지 기술사가 서명하여야 그 법적 권위가 인정된다. 한국 기술사는 그 나라에서 정식기술사로 인정되지 않고 잇는 것이다. APEC 엔지니어 제도가 정착되면 한국 APEC 엔지니어도 위의 나라에서 그 권위를 인정받아 현지 기술사와 동등한 법적지위를 향유할 수 잇을 것이다. 아시아, 태평양 지역에서 발주하는 각종공사의 사전 자격 심사에서 참여기술자의 경력 및 자격조건을 심사하는 경우가 있는데 이때에도 APEC 엔지니어는 당연히 우대 받을 것이다. 국제기구, 국제적인 기업 등에서 기술자를 채용할 경우 자격요건으로 APEC엔지니어라는 조건을 내세울 경우도 상정해 볼 수 있다. 호주나 캐나다로 이민을 떠나는 기술자의 경우 APEC 엔지니어 자격은 그곳에서 정착하여 고용되는데 더없이 좋은 조건이 되리라 여겨진다.

현재 EMF(기술자 유동성 포럼)에서는 International Engineering 자격을 만들어 내겠다는 목표를 향해서 영국, 미국 등이 중심이 되어 활발하게 움직이고 있다. 이 포럼은 영국을 중심으로 한 FEANI, 호주를 중심으로 한 APEC를 망라하고 있기 때문에 이 사업이 성공된다면 International Engineering은 전세계적으로 그 활동 무대가 넓어질 전망이고 그 중심에 APEC 엔지니어가 자리잡고 있기 때문에 결국 APEC엔지니어링의 활용성은 아시아태평양 지역에 그치지 않고 전세계적으로 그

무대가 바뀔 것이라는 것을 쉽게 예상할 수 있다.

APEC 엔지니어의 국내적인 활용은 어떻게 될 것인가? APEC엔지니어는 해외 용이기 때문에 국내에서는 당연히 그 활용성이 없을 것으로 생각할 수 있을 것이다. 일본 관계자들의 말을 빌리면 한국에 진출하여 프로젝트를 수행함에 있어서 여러 가지 이유로 한국기술자들과 일을 하여야 하는데 기왕이면 엔지니어 자격을 가지고 있는 한국기술자를 선택하겠다는 것이다. 국내에서 발주하더라도 국제입찰의 경우에는 한국출신이든 외국출신이든 참여기술자의 사전 심사에서 APEC 엔지니어에게는 동등한 점수를 주어야 할 전망이다. APEC엔지니어는 기술사보다 상위개념의 자격인 만큼 모든 자격심사에서 당연히 기술사보다 우대를 받게 될지도 모른다.

4. 맺음말

APEC 엔지니어가 됨으로서 얻을 수 있는 여러 가지 이익에 관해서 이리저리 살펴보았다. 새로 탄생하는 제도인 만큼 아직은 많은 것들이 불분명하고 또 불투명하기 때문에 더 많은 가능성을 포함하고 있을 것이다.

무엇보다 이 제도를 참여하는 국가와 인사들이 제도를 활용하고 활성화시켜 아시아 태평양 지역에 엔지니어링 사업발전에 이바지할 수 있느냐가 성패가 될 것이다. 또한 초기에 선발된 APEC 엔지니어의 질과 형태가 향후 이 사업의 성패를 가늠하는 시금석이 될 것이다. 이들의 활동결과가 역내의 공정한 경쟁과 기술발전을 촉진시켜 엔지니어링 사업발전에 크게 기여한다면 APEC 엔지니어는 당연히 모든 분야에서 환영을 받고 이에 상응한 보상을 받을 것이기 때문이다.

이제 APEC엔지니어가 되려는 건설 기술자 스스로 무한 경쟁의 국제 건설시장에서 자신들의 권위와 대우, 위상을 결정해야 할 것이다.

이상은 한국 건설인 협회연구위원 정이호님의 글을 발췌한 글입니다. 직원 여러분들의 직무개발에 참고가 되었으면 합니다. 아울러 현재 APEC 엔지니어 등록 및 관리업무는 한국건설기술인협회(www.koce.or.kr)에서 수행하고 있음을 알려드립니다.

APEC 엔지니어링에 관한 소고(小考)

1. APEC 엔지니어의 개념

APEC 엔지니어 상호인정 사업은 1995년 APEC 각료회의에서 제안된 후 호주 정부와 회원국들의 적극적인 참여로 많은 의견이 수립되어 이제는 그 형태가 거의 갖추어져 가고 있고, 작년 6월 캐나다 밴쿠버에서 열린 회의에서 합의하여 작년 11월부터 한국을 비롯한 7개국이 정식으로 APEC 엔지니어링 등록을 수행하고 있다. APEC 엔지니어 상호인정 제도는 각 회원국에 현존하고 있는 기존의 기술사보다 상위개념의 자격 기술자를 배출하여 그들로 하여금 아시아 태평양 지역의 각 회원국간 국경에 구애됨이 없이 자유롭게 이동하면서 엔지니어링업무 활동이 가능하도록 하기 위해 만들어낸 제도이다.

APEC엔지니어링의 기본적인 자격요건으로는 회원국의 기술사로서 대학 졸업 후 7년 이상의 실무경력과 중요한 엔지니어링 업무에서 책임자로서 2년 이상의 실무경력을 요구하고 있다. 또한 자기개발을 위한 계속교육을 꾸준히 유지할 것을 필요로 한다. 한국은 이러한 원칙에 근거하여 작년 11월에는 첫 APEC 엔지니어를 배출할 계획으로 관련업무 추진을 기하고 있다.

2. APEC엔지니어의 활용에 대한 논점

작년 6월 밴쿠버 회의 종전에는 자격의 기준에 관한 토의와 협의가 있었고 밴쿠버 회의부터는 APEC엔지니어의 활용에 관한 토의가 시작되었으며 이는 각국의 다양한 이해가 걸려 있고 더구나 당국자들이 직접 관계하여 상황에 따라서는 국내법을 개정해야 하는 경우도 있을 수 있기에 상당히 첨예한 사항으로서 많은 의견들이 돌출 될 수밖에 없다. 몇 사람이 목표를 정해놓고 그 방향으로 유도한다고 하여 쉽게 이루어질 사안도 아닌 것이다. 각국에서 나름대로 이해득실을 계산하고 있는 분명한 이유는 있을 것이나 아무도 그 이유에 대해서는 공식적으로 이야기한바가 없기 때문에 대략 여기에서는 추측하여 말할 수밖에 없다.

호주의 경우를 살펴보면, 호주는 본 사업의 주도국으로서 상당한 자금과 인원

을 투자하고 있다. 호주는 주로 동남아 지역 출신들의 학생을 불러들여 교육서비스를 제공함으로써 들어오는 교육비 수입으로 적잖은 이득을 보아 왔고 더 나아가서는 여기에서 교육을 마친 인재들이 각국에 귀의하여 활동하면서 호주의 제도 등을 선호하게 되니 당연히 다른 나라보다 유리한 조건으로 그 나라에 진출하여 엔지니어링 서비스를 제공하여 수입을 늘려 올 수 있었다. 그러나 이제는 동남아 국가들도 깨어나서 모든 엔지니어링 서비스 계약에서 기술이전을 반드시 요구하고, 어지간한 엔지니어링 업무는 스스로 해결할 능력도 갖추서 과거처럼 쉽게 재미를 볼 수 있는 상황은 아니다. 과거와 다른 새로운 패러다임으로 바꾸어 공략할 필요가 생긴 것이다.

이와 관련해 비근한 예로 생각해 볼 수 있는 것이 선진국이 주축이 된 WTO 등에서 주장하고 있는 소위자유무역 제도라 할 수 있다. 경쟁의 료를 공개적이고, 투명하게 만들어서 후진국의 각종 장벽을 무너뜨리겠다는 전략인 것이다. APEC 엔지니어 상호 인정사업이 추구하는 바대로 엔지니어들이 자유스럽게 국경을 초월하여 활동하면서 시장원리에 의하여 경쟁을 할 수 있다면 당연히 호주같은 선진국들의 엔지니어들에게 유리한 것은 명약관화하다. 더구나 각종기준을 설정하는 과정에서 그들이 사용하고 있는 제도를 표준으로 하도록 하면 다른 나라에 그 제도를 수출하여 그 나라에 막대한 영향력을 행사할 수 있는 효과까지 거둘 수 있는 것이다. 호주가 앞장서서 이 사업을 추진하는 배경은 바로 이러한 까닭이라 여겨진다.

그렇다면 우리나라는 무슨 이득을 얻을 것이라고 계산하여 참여하고 있는 것일까? 우리의 사정은 호주의 경우와는 사뭇 다르다. 우리는 외국의 유학생을 불러들여 교육을 시키고 돈을 번 실적이나 엔지니어링 서비스를 수출한 실적이 미미하다. 오히려 반대의 경우가 훨씬 많다. 우리는 국제화시대에서 따돌림당하는 것이 두려워 참여하는 측면도 부인할 수 없다. 즉, 참여하지 않을 경우 국제사회에서 고립되어 여러 가지 면에서 불리하게 될 것이다. 우리의 엔지니어링 능력이 부족하여 그동안 선진 외국기술을 도입하는데 급급하였던 만큼 미국 일본 등에게 후한 조건을 내걸고 그들을 대대적으로 환영해 왔고 그들이 요구하는대로 모든 것을 내주다시피 하는 정책을 써왔기 때문에 감히 한국을 어떠한 형태로든 제재할 생각을 하지 못한게 사실이다. 그러나 이제 세월이 흘러서 우리도 어느 정도 능력이 배양되어 있는 형편이 되었으니 우리도 국제사회에 나가서 경쟁의 료를 배우고 익혀서 경쟁에 참여하지 않을 수 없게 되었다.

또한 우리도 APEC에 소속된 국가중 후진국인 몇몇 동남아 국가에는 우리 엔지니어링 서비스를 수출할 수 있는 가능성이 생겼다. 현재는 비록 기술능력이 부

족하지만 장래를 내다보고 기술능력을 키운다면 우리의 경우에 희망이 있다고 할 수 있다. 비교적 교육열이 높고 역동적인 국민성을 가지고 잇는 우리는 우선 인구수와 기술자수에서 엄청난 자원을 보유하고 잇는 셈이다. 대통령까지 나서서 널리 주장하고 잇는 사실이지만, 인적 자원을 훈련시켜 국제사회에 나선다면 다른 나라의 풍부한 부존자원 못지 않은 매우 강력한 자원이 될 것이 틀림없다. APEC 엔지니어 상호인정 사업은 잘 이용하면 바로 우리 인적자원을 국제사회에 진출시켜 크게 효과를 볼 수 잇는 절호의 방안이라 하겠다.

3. 개인 기술자들에게 돌아가는 이익

우선 다른 사람들에게 자격을 인정받는 것은 가슴 뿌듯한 일일 것이다. 당신이 자신의 명함이나 캐리어에 ‘APEC엔지니어’라는 명칭을 붙일 수 있다는 것만도 기분 좋은 일일 것이다. APEC엔지니어는 분명히 그 수준이 일반 기술사보다 한단계 위인만큼 당연하다 하겠다.

현재 한국 건설업체가 시공 계약자로 잇는 말레이시아, 싱가포르 공사현장에서는 중요한 설계도서에 현지 기술사가 서명하여야 그 법적 권위가 인정된다. 한국 기술사는 그 나라에서 정식기술사로 인정되지 않고 잇는 것이다. APEC 엔지니어 제도가 정착되면 한국 APEC 엔지니어도 위의 나라에서 그 권위를 인정받아 현지 기술사와 동등한 법적지위를 향유할 수 잇을 것이다. 아시아, 태평양 지역에서 발주하는 각종공사의 사전 자격 심사에서 참여기술자의 경력 및 자격조건을 심사하는 경우가 있는데 이때에도 APEC 엔지니어는 당연히 우대 받을 것이다. 국제기구, 국제적인 기업 등에서 기술자를 채용할 경우 자격요건으로 APEC엔지니어라는 조건을 내세울 경우도 상정해 볼 수 있다. 호주나 캐나다로 이민을 떠나는 기술자의 경우 APEC 엔지니어 자격은 그곳에서 정착하여 고용되는데 더없이 좋은 조건이 되리라 여겨진다.

현재 EMF(기술자 유동성 포럼)에서는 International Engineering 자격을 만들어 내겠다는 목표를 향해서 영국, 미국 등이 중심이 되어 활발하게 움직이고 있다. 이 포럼은 영국을 중심으로 한 FEANI, 호주를 중심으로 한 APEC를 망라하고 있기 때문에 이 사업이 성공된다면 International Engineering은 전세계적으로 그 활동 무대가 넓어질 전망이고 그 중심에 APEC 엔지니어가 자리잡고 있기 때문에 결국 APEC엔지니어링의 활용성은 아시아태평양 지역에 그치지 않고 전세계적으로 그

무대가 바뀔 것이라는 것을 쉽게 예상할 수 있다.

APEC 엔지니어의 국내적인 활용은 어떻게 될 것인가? APEC엔지니어는 해외 용이기 때문에 국내에서는 당연히 그 활용성이 없을 것으로 생각할 수 있을 것이다. 일본 관계자들의 말을 빌리면 한국에 진출하여 프로젝트를 수행함에 있어서 여러 가지 이유로 한국기술자들과 일을 하여야 하는데 기왕이면 엔지니어 자격을 가지고 있는 한국기술자를 선택하겠다는 것이다. 국내에서 발주하더라도 국제입찰의 경우에는 한국출신이든 외국출신이든 참여기술자의 사전 심사에서 APEC 엔지니어에게는 동등한 점수를 주어야 할 전망이다. APEC엔지니어는 기술사보다 상위개념의 자격인 만큼 모든 자격심사에서 당연히 기술사보다 우대를 받게 될지도 모른다.

4. 맺음말

APEC 엔지니어가 됨으로서 얻을 수 있는 여러 가지 이익에 관해서 이리저리 살펴보았다. 새로 탄생하는 제도인 만큼 아직은 많은 것들이 불분명하고 또 불투명하기 때문에 더 많은 가능성을 포함하고 있을 것이다.

무엇보다 이 제도를 참여하는 국가와 인사들이 제도를 활용하고 활성화시켜 아시아 태평양 지역에 엔지니어링 사업발전에 이바지할 수 있느냐가 성패가 될 것이다. 또한 초기에 선발된 APEC 엔지니어의 질과 형태가 향후 이 사업의 성패를 가늠하는 시금석이 될 것이다. 이들의 활동결과가 역내의 공정한 경쟁과 기술발전을 촉진시켜 엔지니어링 사업발전에 크게 기여한다면 APEC 엔지니어는 당연히 모든 분야에서 환영을 받고 이에 상응한 보상을 받을 것이기 때문이다.

이제 APEC엔지니어가 되려는 건설 기술자 스스로 무한 경쟁의 국제 건설시장에서 자신들의 권위와 대우, 위상을 결정해야 할 것이다.

이상은 한국 건설인 협회연구위원 정이호님의 글을 발췌한 글입니다. 직원 여러분들의 직무개발에 참고가 되었으면 합니다. 아울러 현재 APEC 엔지니어 등록 및 관리업무는 한국건설기술인협회(www.koce.or.kr)에서 수행하고 있음을 알려드립니다.

산업재산권 출원

1. EPS블록을 이용한 지중콘크리트 구조물의 배수 및 수평토압 저감방법 (2001. 2. 28 특허출원)

2000년도 산·연 공동으로 연구하고 있는 “EPS를 이용한 콘크리트옹벽시스템 연구”과제 성과의 일부로 출원된 특허의 내용을 요약한다.

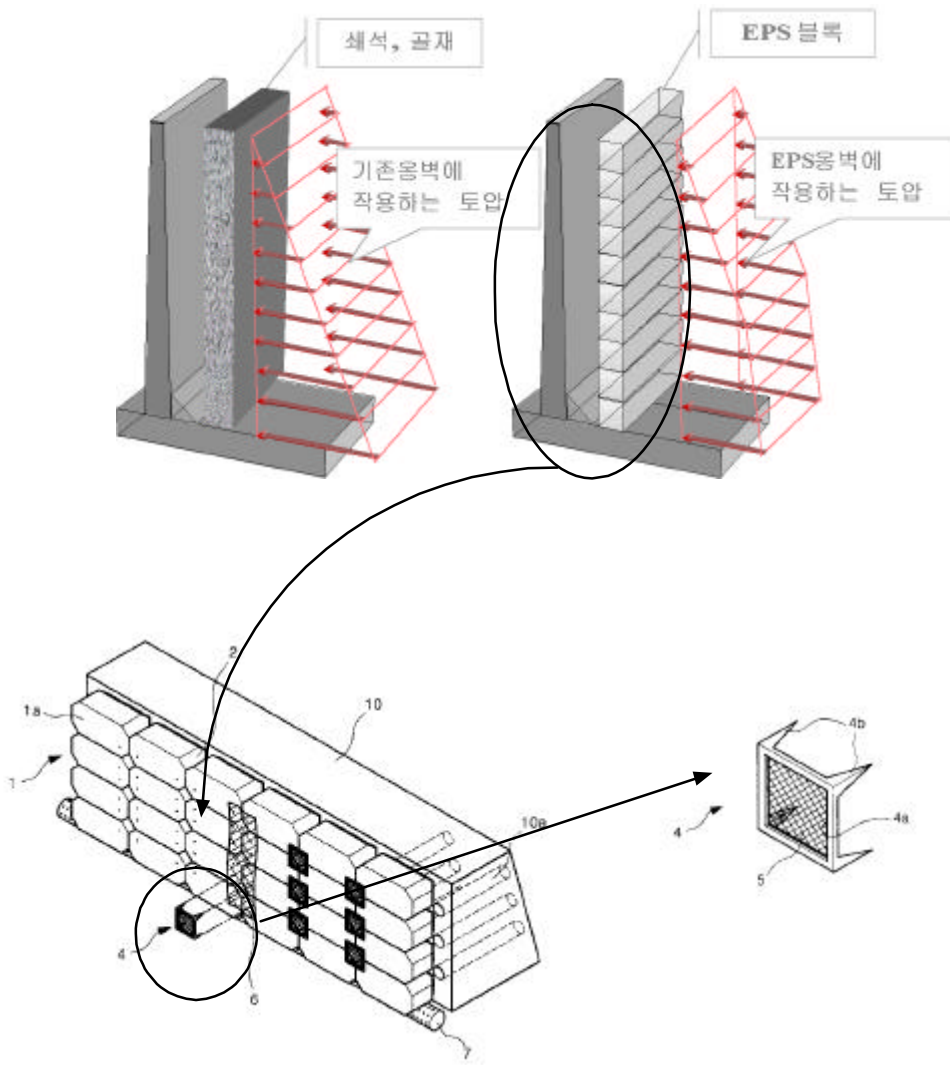
본 발명은 도로 및 교대의 경량 성토재료로서 효과적으로 활용되고 있는 EPS 블록을 이용하여 기존의 교대 및 옹벽 배수시스템 문제점을 보완하기 위한 토목용 EPS 배수재의 형태 및 시공 방법, 또한 EPS 블록의 압축성을 이용하여 벽체 배면토체의 변위를 인위적으로 유발함으로써 수평토압을 저감시키는 방법에 관한 것이다.

현재 토목 현장에서 일반적으로 사용되고 있는 배수시스템은 모래, 쇄석 등의 자연골재 및 부직포, PVC관을 통한 배수방법을 들 수 있다. 일반적으로 모래, 쇄석과 같은 배수재는 채취시 자연경관의 훼손 및 시공시 유발되는 분진 등에 의해 주변 주민과의 민원이 야기될 소지가 있고 자연골재는 시공시 포크레인이나 다짐 장비 등이 사용되는 등 시공상의 상당한 번거로움이 있으며, 장비다짐에 의한 흡진효과가 없어 뒤채움 성토시 구조물에 손상이 발생하는 문제점이 있어 이에 대한 효과적인 보완이 요구되었다.

본 발명의 목적은 전술한 모래·쇄석과 같은 자연골재를 이용한 배수시스템의 문제점인 자연경관의 훼손, 시공의 불편성, 다짐시 구조물의 손상 등을 개선하기 위하여 인력시공이 가능한 EPS 블록을 이용한 효율적인 배수시스템을 제안하고 EPS 블록의 압축성을 이용한 토압의 저감방법에 있다.

EPS 블록을 지중 콘크리트 구조물의 벽체 배면에 설치하였을 경우, 얻을 수 있는 효과는 뒤채움흙의 다짐시 유발되는 다짐유발응력의 저감, 굽은 입자 등에 의해 콘크리트 벽체에 발생할 수 있는 국부적인 응력전달의 방지효과, 배면토체의 변위허용에 따라 지진시 발생하는 토압의 저감효과 등을 가지고 있다.

실내모형토조시험 및 콘크리트 옹벽의 현장시험시공을 통해 수평토압의 저감효과가 증명되었고 추후 교대, 지하벽체 등의 지중콘크리트 구조물에 활용될 수 있으리라 판단된다.



<기존옹벽과 EPS옹벽의 토압개념>

자료/ 정보 이용 안내 및 최근 자료목록

건설기술연구소 자료실에서는 보유하고 있는 자료 및 정보서비스를 임직원에게 아래와 같이 제공하고 있사오니 여러분의 많은 이용을 바랍니다.

1. 자료/ 정보 이용 안내

1.1 자료 보유 현황

1) 자료 종류별 보유 현황

구 분	기술자료	일반자료	기타자료	합 계
	단행본, 간행물, 규격, 도면	단행본, 간행물, 법령, 사진	CD, Micro Film, 영상매체, 지도 등	
보유 건수	19,417 건	8,103 건	2,613 건	30,133 건

2) 공사기록자료 보유 현황

구 분	공사지	CD-ROM	Micro Film	Video Tape
자료 수량	355 권	482 개	24,675 장	62 개

※ 상기 준공현장 공사기록자료는 인터넷(당사 기술정보시스템)에서도 스캐닝 입력된 자료를 보실 수 있습니다. 사용법을 모르시면 담당자에게 문의하세요.

1.2 정보 서비스 보유 현황

1) Nice-Tips 기업/ 신용정보 - 한국신용정보(주) 제공

- ① 기업정보 : 7만여 기업에 대한 기업현황, 재무 및 각종 분석/평가 자료 등
- ② 신용정보 : 은행 등 금융기관 및 백화점 등 일반소비자 신용공여기관으로부터 등록된 개인 및 법인의 신용거래, 불량거래 정보 등
- ③ 조기경보 : 등록된 업체의 신용변동상태를 매일 제공

2) JOINS 인물정보 - 중앙일보(조인스닷컴) 제공

중앙일보 인물정보 JOINS는 1985년부터 국내 각계 주요인사 11만여명의 상세 프로필 및 활동사항 등 62 항목의 다양한 정보 제공

3) 대외인사인맥정보 - 당사 임직원 제출 자료(보안 자료)

당사 임직원이 제출한 정계, 관계, 재계, 언론계, 법조계, 학계, 군계, 기타 전문직 종사자 등의 대외인사 인맥정보 약 3,500명의 자료 보유 및 제공

1.3 자료/ 정보 이용 신청 방법

- 방문, 전화/FAX 또는 사내 E-Mail로 신청하시면 즉시 제공해 드리겠습니다.
- 담당자 : 건설기술연구소 차장 윤순홍, 차장 조광구

☎ 전화 : (02) 450 - 8211 3, FAX : (02) 450 - 8118, 8134

2. 최근 자료목록

2.1 공사기록자료

자 료 명	자료 종류	발행일
345KV 삼천포-신김해T/L (2공구) 건설공사	CD	2001-03-01
345KV 신김해T/L 안전이격 확보공사	CD	2001-03-01
광양 LNG 부지 조성 공사	CD	2001-03-01
광양항 2단계 준설(3차) 공사	CD	2001-03-01
금호 1-6 재개발 아파트 신축공사	CD	2001-04-01
부산 금정문화회관 신축공사	CD	2001-04-01
부천 축협 축산물 공판장 신축 전기 공사	CD	2001-04-01
인천국제공항 IIA 1단계지역내 철도노반시설공사	CD	2001-04-01
인천국제공항 급유시설 및 부대시설 건설공사	CD	2001-04-01
인천국제공항 기내식A 신축공사	CD	2001-04-01
인천국제공항 동력동등 기타시설(26개동) 신축공사	CD	2001-03-01
인천국제공항 동측지원시설지역 토목공사 (A-9공구)	CD	2001-04-01
인천국제공항 배후지원단지 기반시설공사	CD	2001-03-01
인천국제공항 여객청사 월별 시공 사진 (1998.1 ~ 2000.9)	CD	2001-02-09
인천국제공항 여객터미널 전면고가교량 건설공사	CD	2001-03-01
인천국제공항 영종대교 가설공사	CD	2001-04-01
인천국제공항 제2활주로지역 및 유도로 포장공사 (A-3-1)	CD	2001-03-01

인천국제공항 제2활주로지역 북측토목시설공사(A-3공구)	CD	2001-03-01
인천국제공항 중수처리시설 건설공사	CD	2001-03-01
인천국제공항 지상조업장비 정비시설A 신축공사	CD	2001-04-01
인천국제공항 항공기정비시설 A 신축공사	단행본	2000-11-17
인천국제공항 A-10 공사	CD	2001-01-16
인천국제공항 A-4공구	CD	2001-03-01
인천국제공항여객계류장 A-5공구	CD	2001-01-29
인하대학교 고시반 증축공사	CD	2001-02-01
인하대학교 기숙사 신축공사	CD	2001-02-01
제주제동 훈련비행장 항공등화 시설공사	CD	2001-04-01
하왕십리 재개발 아파트 신축공사	CD	2001-01-01
항공우주엔진시험동 건설공사	CD	2001-01-06
화순읍 하수종말처리장 시설공사	CD	2001-03-01

2.2 신착자료

2000 연차보고서	한국건설기술연구원
2001년 <개정 19판> 건축공사 표준품셈	한국적산연구소
2001년 <개정 19판> 토목공사 표준품셈	한국적산연구소
2001년 건설공사 표준 품셈 (토목·건축·기계설비)	대한건설협회
2001년 견적실무	한국적산연구센터
2001년 법전	현암사
2001년 세법 (2001년 법전 부록)	현암사
2001년 종합적산자료 (통권 20호)	(사) 한국물가협회
2001년 종합적산정보	(사) 한국물가정보
2001년 최신개정판 표준일위대가표	한국건설적산연구소
2001년도 <개정30판> 건설표준품셈	전인식 편저
2001년도 건설경기 산업전망	한국건설산업연구원
2001년도 건설경기전망 및 정책동향 세미나 (2000.10)	한국건설산업연구원
건설경영실무 (2001년)	권석훈
건설교통부지정 건설공사 표준 품셈 (2001년도)	한국건설신기술협회
건설산업기본법해설	남진권

건설신기술 설명회 자료집 (2001년도)	한국건설신기술협회
건축공사 표준일위대가 (2001년도 최신판)	적산기술연구회
건축물 리모델링 활성화를 위한 제도개선 토론회	한국건설기술연구원 한국건설산업연구원
건축법조례 해설 (2001년도)	윤희경
건축법규해설 I (2001년 1월 개정신판)	전정배, 최찬환
건축법규해설 II (2001년 1월 개정신판)	전정배, 최찬환
국세법전 (2001년도)	한국국세신문사
대한민국 현행법령 CD-ROM (2001년 2월)	(주)보인기술
도로안전 및 부대시설 편람 - 철물공사	대한전문건설협회 철물공사협회
소방관계 법규집 (2001 개정판)	소방관계법규집 편찬위원회
스마트 전기·전자용어사전	전기·전자 관련용어편찬위원회
요약해설 건축제법규 (2001년 개정판)	장동찬
인천국제공항 건설사업 우수시공사례집	인천국제공항공사
전기·신호·통신 표준품셈 (2001년)	사단법인 대한전기협회
지반공학 특별 강연회 (John H. Atkinson 교수 초청 특별강연회)	대우건설
지방세법편람 (2001년판)	한국지방세연구회
지하굴착 관련 엔지니어링 실무교육 (제13회 지반공학회 계속교육)	사단법인 한국지반공학회
토목공사 표준일위대가 (2001년도 최신판)	적산기술연구회
표준 기계설비공사품셈 (2001년)	도서출판 높은오름
표준 전기·신호·통신공사품셈 (2001년)	도서출판 높은 오름 (기다리)
한국건설기술연구원 전자상거래지원센터 교육용 CD	한국건설기술연구원
BK21 핵심분야 연차 보고서	한양대학교 대학원 건축공학과 건설관리팀
R.S. Means Building Construction Cost Data (59th Annual Edition) (2001)	R.S. Means Company, Inc.
R.S. Means Electrical Cost Data (24Th Annual Edition) (2001)	R.S. Means Company, Inc.

R.S. Means Mechanical Cost Data (24Th Annual Edition) (2001)	R.S. Means Company, Inc.
R.S. Means Plumbing Cost Data (24Th Annual Edition) (2001)	R.S. Means Company, Inc.
R.S. Means Site Work & Landscape Cost Data (20Th Annual Edition) (2001)	R.S. Means Company, Inc.

2.3 정기구독간행물

월간	건설감리	(사)한국건설감리협회
계간	건설경제	국토개발연구원
월간	건설관리	한국건설관리학회
월간	건설광장	한국건설산업연구원
월간	건설교통 JOURNAL	대한건설진흥회
월간	건설기술정보	한국건설기술연구원
월간	건축기술	주식회사 건축기술
월간	건축의 기술 시공	쇼우고쿠사(주)
월간	대한건축학회 논문집 계획계	대한건축학회
월간	대한건축학회 논문집 구조계	대한건축학회
월간	대한건축학회지 건축	대한건축학회
격월	대한토목학회논문집 - 구조공학, 원자력공학	대한토목학회
격월	대한토목학회논문집 - 수공학, 항만 및 해안공학, 환경공학 편	대한토목학회
월간	대한토목학회지 토목	대한토목학회
월간	도로교통	한국도로교통협회
월간	설비 공조 · 냉동 · 위생	한국설비기술협회
월간	설비기술	도서출판 한미
월간	월간 건축문화	건축문화
월간	월간 첨단 환경기술	환경관리연구소
월간	월간건설	대한건설협회
월간	월간전기	전우문화사
월간	전설공업	(주)의제
격월	조명.전기설비학회지	한국조명 전기설비학회
격월	조명과 인테리어	조인커뮤니케이션

격월	철구조 공사기술정보	대한전문건설협회 철물공사업협의회
계간	한국폐기물학회지	사단법인 한국폐기물학회
계간	Architectural Research	대한건축학회
월간	INTERIORS (인테리어)	가인디자인그룹
격월	Journal of Civil Engineering	대한토목학회
월간	일본건축학회 계획계 논문집	(사) 일본건축학회
월간	일본건축학회 구조계 논문집	(사) 일본건축학회
월간	Concrete Construction	The Aberdeen Group
월간	Concrete International	ACI
계간	Engineering Journal	AISC
월간	Journal of Structural Engineering	ASCE
격월	PCI Journal	PCI
계간	Structural Engineering International	IABSE
격월	Structural Journal	ACI
월간	월간 국토	국토연구원
월간	월간 무재해	산업안전관리대행협회
월간	월간 설비기술	도서출판 한미
월간	월간 전기저널	대한전기협회
월간	월간 창호	대한전문건설협회 창호공사업협의회