

조경블록(그린스톤)을 이용한 방음벽 구조설계시스템

한중근¹⁾ · 한승호²⁾

¹⁾ 대림대학 토목과 · ²⁾ (주)한설그린

Structure Design System of Soundproofing Wall Using Green Stone

Jung-Geun Han¹⁾ and Seung-Ho Han²⁾

¹⁾ Dept. of Civil Engineering, Daelim College · ²⁾ HANSEL GREEN CO, LTD.

ABSTRACT

This study aims at the new design system development of landscape architecture structures, as soundproof wall using reinforced soil block. This structures, that is new soundproof wall system, have to be maintained stability on acting critical wind load, which is combined exist soundproof wall system and soundproof wall system using environmental green stone block. To the harmony of this system, the post block, so-called landscape block or cast block, is manufactured. It's possible to stand of the post bearing system combined with post-pile and post block. Through the comparison with a serious code for the acting wind load on the soundproof wall, the reasonable wind load could be calculated. Also, the mechanical stability on the green stone block was checked by the Lab. tests based on the UBC (Uniformed Building Code).

Because the critical height of soundproof wall system using green stone generally was restricted, the new system demands to combination of the exist system and the new system. For the stability analysis of them, the utility program, SAP2000, was used. And, a semi-auto program on the design system of the new soundproof wall using green stone was developed, which can be easily use because of the simplification.

Key words : *soundproof wall, landscape, Green stone, design system, post block*

I. 서 론

일반적으로 블록을 이용한 구조물의 설계 및 시공에는 블록과 보강재의 복합적 보강개념을 도입한 블록식 보강토옹벽 즉, 중력식 블록옹벽과 블록식보강토옹벽으로 구분된다. 이러한 구조물들은 알란블록(Allan block), 키스톤(Key

stone) 등 다양한 블록들이 사용되고 있으며 대부분은 기초지반 보강재와 함께 사용하는 보강토블록으로 사용되는 것이 일반적이며 대부분 외국의 브랜드를 사용하고 있어 많은 외화의 손실이 초래되기도 한다.

한편, 현재 방음벽시스템으로 사용되고 있는 각종 형태를 보면 그림 1에서 보는 바와 같이

외관이 일률적이며 특히, 도로변 및 주택가에 설치되는 경우에는 먼지 등으로 인하여 빠른 시일 내 청소 등의 유지관리가 요구되는 등 환경미화적 요소가 뒤떨어져 있는 경우가 많을 뿐 아니라 목재 등과 같은 연성재료를 사용하는 경우 내구성에서도 문제점이 대두되고 있다. 또한, 그림과 같이 기존 방음벽시스템을 설치하는 경우에는 방음벽 전·후면에 환경보전 및 복원을 위한 주위환경의 녹화사업(수림지역, 화단 등)이 동시에 수행되어야 하는 등 경제적 및 시공상의 비효율적 활용이 수반되게 된다. 따라서, 방음벽 종류에 따라 관리 및 환경적 요소를 고려하여야 하므로 방음벽 설치시기부터 관리시기까지 얻을 수 있는 효과는 오히려 떨어지게 된다. 특히, 환경적 요소로는 도로변의 경우 운전자의 가시거리 및 피로에 큰 영향을 줄 수 있고, 도심지의 경우 미관적 효과는 더욱 염려된다고 볼 수 있다. 이러한 자료에 근거하여 본 연구에서 제시하고 있는 조경용블록은 ① 도심지내 환경친화적 담으로 활용 ②고속도로변 조경용 방음효과로 교통사고량 감소 ③주택가 방음벽은 환경친화적으로 도시소음, 공해의 감소효과 발생 ④시공성의 양호로 경제효과 기대 ⑤ 일부 파손시 파손부위만의 복구가능 ⑥ 구조물의 파괴강도가 콘크리트파괴강도와 같아 안정성 증대 ⑦ 방음벽설계시 고려되어야 할 사항 및 설계기준설정 ⑧ 블록식 방음벽과 기존방음벽의 시스템 보완효과 ⑨도심지 및 도로변 환경친화적 효과의 상승 등의 효과가 기대될 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 기존에 개발되어 있는 블록식 보강토블록을 개량한 조경용 외장블록을 이용한 조경블록 방음벽구조시스템을 개발하고, 이를 시공·설계하는 경우 국내에서는 아직 미완성적으로 제시되어 있는 각종 설계기준을 조사·고찰하여 보다 적절한 설계법을 제시하므로써 보다 합리적인 설계에 근거한 방음벽시스템이 되도록 한다. 또한, 환경친화적인 조경용 블록의 완벽한 조화를 위하여 좀더 개량된 방음벽용 그린스톤 블록의 적용성을 고찰하여 본다.

Fig. 1. Existed soundproof system

II. 기존 방음벽시스템의 설계기준 고찰

국내에서는 아직 방음벽으로 사용되는 재료에 대한 연구들이 비교적 미약한 실정이며 이들에 대한 설계법의 경우 구조적 해석방법은 토목 및 건축에서 공히 「도로교 표준시방서」 「콘크리트 표준시방서(1996)」 「도로공사 표준도면」 그리고 「건축물의 구조 기준 등에 관한 규칙」 등에 따라 시행되고 있다. 대부분 그 적용방법이 정확히 규명되지 못하여 기술자의 판단에 따라 좌우되는 경우가 많다. 따라서, 이들 방법에 따른 기본적인 문제점을 파악하고 이에 대한 해결방안을 외국기준 등과 비교하여 적용방법을 합리적으로 채택하여 국내현실에 적합한 방음벽의 설계방안을 제시하고 특히, 환경친화적 요소를 갖고 있는 그린스톤을 활용한 방음벽 설계시스템에 적용하는 근거자료로 활용하고자 한다.

1. 각 기준에 따른 설계방법의 차이점

국내에서 시행되고 있는 각종 방음벽의 경우 대부분 「도로교 표준시방서」를 기준으로 하고 있다. 「도로교표준시방서 pp.56~65」 및 「콘크리트 표준시방서」에 의한 풍하중은 다음의 3가지 유형에 따라 적용하도록 하고 있다.

첫째, 일반적인 중소지간의 교량에 대하여는 표준풍하중을 적용한다.

둘째, 태풍에 취약한 지역의 중장대지간 교량에 대하여는 풍속기록과 주변지형 및 환경을 고려하며 결정된 도로교표준시방서 p.57의 표

2.11.1의 지역별 기본풍속을 적용한다.

셋째, 주경간 200m이상의 장대특수교량의 설계시 정적하중은 위와 동일하게, 동적하중은 풍동실험 등에 의한 시뮬레이션결과 등을 이용한 확률론적 방법으로 추론토록 하고 있다.

따라서, 본 시방서에 의한 기준의 특성은 비교적 적용기준을 세분화하여 사용하고 있지만 일반 도심지내의 거주지 혹은 도로변상의 담장 혹은 방음벽에 작용하는 풍하중의 기준으로 채택·사용하고 있는데는 여러가지 문제점을 가지고 있다 하겠다.

첫째, 본 시방서에서 사용되는 최소풍압은 $150\text{kg}/\text{m}^2$ 로 설정하고 있으나, 임의 높이에 대한 풍하중 계산시 지표에서부터 최상부까지 산정된 풍압이 $150\text{kg}/\text{m}^2$ 이상일 경우 더 높은 풍하중을 지표에서부터 최상부까지 일률적인 풍압을 작용시키고 있다. 만약 방음벽의 높이가 높아지는 경우 설계풍압이 만약 $220\text{kg}/\text{m}^2$ 로 계산되어지는 경우에도 지표에서부터 같은 값이 적용되는 것으로 간주하여 계산되고 있어, 방음벽높이에 따른 지표부근에서 과다하게 산정되는 등 풍압의 적용기준이 명확하지 않다.

둘째, 지상 10m에서의 풍압을 「건축물 구조기준에 의해 규칙」에 의해 산정하는 경우 한 예로 $73.55\text{kg}/\text{m}^2$ 이 되는 때 「도로교표준시방서」에 의하면 최소 $150\text{kg}/\text{m}^2$ 로 역시 약 2배의 값을 갖는다. 따라서, 시방서규칙에 의해서만 산정된 풍압은 콘크리트블록(그린스톤)을 약 1m 쌓아 놓은 상태의 경우 $50.144\text{kg}/\text{개} \times 13\text{개} = 651.87\text{kg}/\text{m}^2$ 의 자중임에도 불구하고 블록개층의 전도안정을 만족하지 못하는 등 비현실적 요소를 갖고 있다.

셋째, 풍하중 계산시 적용되는 상수들의 적용기준이 기술자의 판단에 의하는 경우가 많아 현장조사결과를 사용하여야 하는 등의 차이점을 갖고 있다.

넷째, 「건축물 구조 기준에 관한 규칙」에서 다루는 풍하중의 결정방법은 여러 가지 현장조사 결과를 바탕으로 제시되고 있어 사용상 합리적이라 할 수 있으나 언급된 바와 같이 타 시방성에 따른 기준과 많은 차이점을 두고 있

을 뿐 아니라 기초설계에 대한 제언이 제외되어 있는 등 적용상의 문제점을 갖고 있다.

Ⅲ. 그린스톤방음벽 블록의 역학적 특성

1. 그린스톤(Green stone)블록의 구성요소

최근 국내에서 개발·개량된 조립형 블록의 개별모델 및 규격은 그림 2가 I형과 C형의 두 가지 모양을 가지고 있으며 이들 블록의 횡방향 조립형태는 그림 3에서 보는 바와 같이 I형과 C형을 중복되게 연결하므로써 최끝단을 양쪽에서 고정시키는 경우 횡방향 지지력은 블록 전체의 파괴에만 영향을 받게 되므로 기존의 블록에 비해 횡방향 지지력은 상당히 좋도록 개량되었다.

한편, 그린스톤을 조립하여 쌓는 경우 상하의 블록의 결합력과 조립에 의해 만들어지는 벽면에 수직으로 작용하는 전단력(전도모멘트를 받

Fig. 3. Green stone assembling

생시키는 풍하중의 영향)의 저항은 콘크리트 블록간의 상호마찰력 또는 블록채움에 의한 토질과 콘크리트의 마찰력에 의한 횡방향 저항력을 증대하기 위하여 그림 3에서 보는 바와 같이 상하 블록간 FRP pipe를 상하 50%씩 연결시공하므로써 증대시킬 수 있도록 하중지지 및 연결Zone을 설치하였다.

또한, 이와 같이 연결편을 설치하는 주요목적은 정확히 알려져 있지 않은 마찰력의 증대뿐 아니라 본 그린스톤의 주요기능인 환경친화적 요소를 증진시키는 역할을 배가시키는 기능을 한다. 즉, 조립블록의 완성후 조립블록의 최상단으로부터 식생상태를 유지시키는 배수공역활을 원활하게 하는데 주요 목적이 있다.

2. 방음벽블록의 공학적 특성

1) 그린스톤의 압축강도

그린스톤의 압축강도는 다음 표 1에서 보는 바와 같이 입방형시편에 대하여 $211\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 압축강도를 나타내며 NCMA(National Concrete Masonry Association) 설계표준시방서의 블록식 블록의 내구성 등을 고려한 소요강도 $210\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상을 확보하고 있다. 이는 NCMA설계기준에 의하면 블록식옹벽용 블록의 압축강도는 내구성 및 응력전달요소에 따라 변화하지만 콘크리트블록의 내구성 및 동결/융해에 대한 저항은 약 50년 이상이 되므로 방음벽블록으로 사용하기에는 충분할 것으로 생각된다.

Table 1. Compressed strength of Green stone

구분	크기	비고
압축강도	$212\text{kg}/\text{cm}^2$	입방형시편($5 \times 5 \times 5$) : 27일 강도 한국시멘트가공법 협동조합연합회 강도평가기법에 따름

2) 그린스톤 및 FRP Pipe 전단시험

그린스톤(I형과 C형)을 연결하는 보강요소 및 배수원활 보조요소로서 FRP Pipe(길이 210mm)는 보강재로서 보다는 블록식 방음벽의 시공 및 설계시 발생하는 많은 안정성 특히, 상하블록간의 마찰력 확보에 대한 미지력 즉, 국부적

인 파괴(Local failure)에 대해 부족한 면을 보완하는 역할을 한다.

이때, 그린스톤 및 FRP Pipe의 조합시 접촉면에서 발생될 수 있는 파괴는 블록의 파괴와 FRP Pipe의 파괴로 구분될 수 있으며 그린스톤을 이용한 블록식옹벽에 대하여는 단지 그린스톤 자체의 파괴만을 고려하도록 한다. 각 시편의 시험결과는 표 2와 같다.

Table 2. Shear test results of Green stone and FRP pipe

구분	강도	비고
FRP 휩 강도	$541\text{kg}/\text{cm}^2$	그린스톤 블록옹벽 Design Manual 참조
그린스톤 +FRP Pipe (최소단면)	190 ~ 249kg	con's 파괴, FRP Pipe 파괴 그린스톤 블록옹벽 Design Manual 참조
그린스톤 +FRP Pipe (최대단면)	240 ~ 245kg	FRP Pipe파괴, 그린스톤 블록옹벽 Design Manual 참조

IV. 그린스톤을 이용한 블록방음벽의 기대효과

1. 방음벽으로서의 역할

현대생활에서의 도심지내의 소음공해는 이미 위험수준에 육박하고 있다. 특히, 주위 공사나 차량에 의한 소음공해는 우리들의 오감을 무디게 하고 중국에는 사람들의 심성에도 많은 영향을 미쳐 개인적이며 타성적인 행동을 유발하며 감성의 미비로 인한 많은 사고를 일으키는 원인을 제공하게 된다. 특히, 소음은 사회적인 환경공해로서 차단대책이 다방면으로 강구되고 있는 실정이며 매년 약 50km의 방음벽이 새로이 설치되고 있는 실정이다. 방음벽이란 직접적인 소음을 차단하는 반사형과 음을 회절시켜 에너지를 감쇠시키는 흡음형으로 구분되며 대부분의 기존 방음벽시스템은 이러한 효과를 증진시키도록 제작·시공되고 있다. 그러나, 이러한 기존의 시스템은 이미 언급한 바와 같이 시각적인 지루함과 거부감을 유발시키며 또한, 내구성 및 유지·보수차원에서 많은 애로점을

지니고 있다. 즉, 그림 1에서 보는 바와 같은 내구성이 좋은 방음벽의 경우 정기적으로 청결을 유지하거나, 환경요소를 첨가하여야 하는 단점이 있고, 반대로 목재와 같은 내구성이 낮은 재료를 이용한 경우에는 잦은 파손과 훼손으로 자주 교체하여야 하는 유지차원에서 비경제적일 수 밖에 없다.

그러나, 그린스톤을 이용한 방음벽시스템은 그림 4에서 보는 바와 같이 기존 방음벽에서 나타난 각종 단점을 보완하여 방음벽 자체에서 꽃과 푸른나무의 조화를 만끽할 수 있으며 이를 통해 제한된 도심지내의 답답함을 조금이라도 해소할 수 있는 싱그러움과 쾌적한 기분을 줄 수 있는 환경친화적 특징을 갖고 있다.

Fig. 4. Environmental soundproof wall using Green stone(Bupyoung oo Apt.)

2. 기대효과

그린스톤은 그림 3과 그림 4에서 보는 바와 같이 다양한 형태로 시공가능하며 다양한 색상과 세련된 질감으로 구성된 콘크리트 제품이다. 형태 및 색상으로 조합시켜 설계자 및 사용자의의도에 따라 다양한 분위기를 연출할 수 있으며 또한, 각종 식물들의 생장에 적합하도록 울타리 자체에 식재공간(Plant-pocket)이 있어 계절에 따른 자연의 변화와 함께 항상 새로운 느낌을 준다. 이러한 식물재배형 조경용방음벽(Green stone soundproof wall)은 기존의 위압적이고 딱딱한 소재와는 달리 사람들에게 시각적인 즐거움과 편안함, 식물자체의 공기정화 기능, 방음벽 또는 담장 주변의 미세한 기후,

온도 조절기능 그리고 도시생태 친환경적 공간 제공(곤충들의 서식 등) 등의 환경복원적 기능을 담당하는 역할을 제공한다.

3. 시공 및 관리체계의 문제점 해결

그린스톤은 2가지 블록 형태의 조합에 의해 구성되어지며 각종 직선 및 곡선형태의 조합구조물 형성이 가능하고 어떠한 상태의 스카이라인도 시공이 가능하며 식재공간(Plant-pocket)의 형태와 수량의 조절에 의해 사용자의 만족감을 더욱 증진시킬 수 있다. 또한, 부분개조 및 설계변경에 따른 교체 및 추가설치시 경제성 및 시공성은 말할 나위 없다.

사용식물은 주로 담쟁이덩굴, 인동덩굴 등을 방음벽 하단과 상단에 식재하여 피복하여 지상의 연속성을 가미하고 중간에는 pocket에 툴페스큐(Tall fescue)위주의 한지형 잔디를 식재하여 건조기 및 동절기에도 항상 푸르름을 유지할 수 있도록 한다. 또한, 지역별 향토수종을 도입하여 지역정서 및 기온, 토양에 적합한 식생이 유지할 수 있도록 한다.

또한, 식물생장에 필요한 수분공급조절과 관리의 편리성을 위하여 상단부위에 그림 5에서 보는 바와 같이 점적관수시스템을 도입하여 한여름 무더위, 갈수기에도 꽃담방음벽에 손쉽게 물을 공급할 수 있도록 하여 4계절 내내 푸르른 환경친화적 그린스톤 방음벽이 시공·유지될 수 있도록 관리한다.

Fig. 5. Water supply system in soundproof wall using Green stone

V. 조경용 그린스톤방음벽의 설계방안

본 장에서는 그린스톤블록을 이용한 방음벽 시스템을 정립하기 위하여 먼저 그림 6과 같이 지지대와 그린스톤블록을 조합한 기존방음벽시스템을 도입하여 그린스톤방음벽화 하기로 가정하였다. 그림에서 보는 바와 같이 그린스톤방음벽은 지지대(post & post-pile), 지지공간(post spacing), 기초(foundation)로 크게 구분된다. 따라서, 이들을 연속적으로 시공하면 그림 7과 같이 지지공간이 일정한 간격을 유지하며 이때 작용하는 풍하중에 대한 지지대와 지지공간 사이에 대하여 각각의 기초형태를 설계하면 된다. 따라서, 여기서는 방음벽의 최대높이는 가장 많은 수요높이를 갖는 6m로 가정하며 방음벽재료는 그린스톤만을 사용하는 것으로 한다. 왜냐하면 그린스톤과 기존방음벽시스템을 결합한 구조물의 경우 본 절에서 다루어지는 모든 조건들이 최악의 조건으로 다루어지기 때문에 기존시스템과 그린스톤방음벽의 복합적 시스템으로 적용하는 경우 조경용 방음벽시스템을 모두 만족하게 되기 때문이다.

Fig. 6. Post of soundproof wall using Green stone

1. 지지대의 구성 및 선정

각 지지대에 대한 기초형상은 그림 6에서 보는 바와 말뚝기초 형상으로 설계가 가능하도록 하고, 또한, 말뚝은 현장타설 CIP말뚝이 되도록 하여 말뚝두부와 상부 post의 H-pile을 연결하는 앵커볼트의 연결을 일체거동이 되도록 하면

좋다. 만약, 현장에서 CIP말뚝이 불가능할 경우 가령, 강관형상의 말뚝이 고려되는 경우에도 말뚝두부는 지지말뚝으로부터 기초에 하중전달이 완벽히 전달될 수 있도록 앵커볼트의 안정성이 설계되는 것을 전제로 된다. 또한, 방음벽면, 즉, 지지공간은 그린스톤 블록만으로 구성한다.

Fig. 7. Continuous soundproof wall system using Green stone

2. 지지대 외관용 그린스톤블록의 제작

그린스톤을 이용하는 방음벽 시스템의 경우, 자립될 수 있는 높이는 제한되어 있어 방음벽으로서의 역할을 제대로 수행하려면 수요높이를 만족하는 지지대시스템에 사용되는 재료는 기존시스템의 말뚝이용방법을 벗어나기 어렵다. 즉 I형, C형 및 O형의 지지대가 형성되어진다.

Fig. 8. Post combination type of Green stone

방음벽시스템의 경우 일반적으로 그림 1에서 보는 것과 같은 H-pile 또는 I-pile을 사용한다. 이는 풍하중에 대한 횡저항이 큰 부재를 사용하는 것이라 생각된다. 그러나, 본 그린스톤 지지블록을 이용한 지지대는 그림 8과 같이 압축형재료인 콘크리트로 만들어져 있으며 블록의 내부를 콘크리트로 채운다 하여도 풍하중과 같

은 횡방향하중에는 아주 약한 거동을 보이는 특성을 나타낸다. 따라서, 그린스톤 Post 블록도 기존 방음벽시스템과 동일하게 H-pile 또는 I-pile을 사용하여 횡방향지지력을 향상시키고 그 외벽에는 외장용블록을 지지말뚝으로 하여 O형 및 I형 지지대가 되도록 하므로써 그린스톤블록의 조립상 지장이 없도록 하였다. 뿐만 아니라 Post 블록과 Post-pile을 조합하는 경우 블록내부에는 콘크리트가 채워지므로 거푸집의 역할을 수행할 수 있도록 제작된 것이다.

VI. 조경용방음벽시스템의 설계법

1. 조경용방음벽 설계법

그린스톤을 이용한 조경용방음벽의 설계순서는 그림 9에서 보는 바와 같이 각 기준별 풍하중 및 소요높이가 결정되던 지지대의 유무에 따라 지지대외관용 블록의 사용유무, 지지말뚝 및 지지대기초설계가 실시되며 최종으로 지지공간의 공통기초설계가 수행되어진다. 이때 초기에 가정된 풍하중은 지역별, 위치별, 환경특성에 따라 차이가 있으므로 가정조건에 적합한 기초 및 방음벽구조의 안정을 만족하지 못하는 경우에는 Feed Back하여 지지대로부터 다시 설계를 수행하여 각각 요소에 대한 안정을 만족하는 경우 설계를 종료하게 된다.

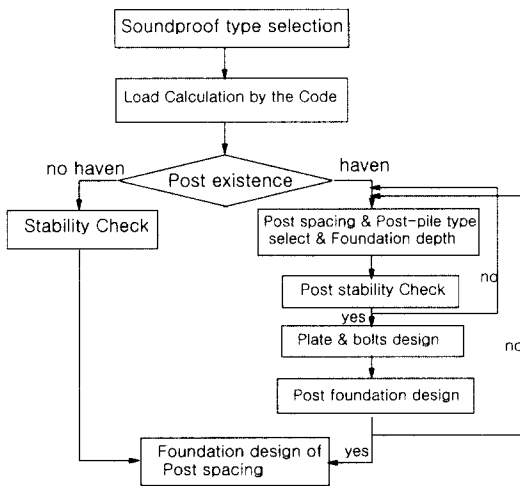


Fig. 9. Design system of Green stone soundproof wall

또한, 본 설계방법은 「도로교시방서」 「건축물 구조기준에 관한 규칙」 「기초구조물 설계기준」 그리고 「UBC (Uniform Building Code)」를 만족하도록 제시된 것이다. 또한, 이상의 설계과정은 Excel작업을 통해 보다 쉽게 자료를 선택하고 설계하도록 반자동 설계프로그램을 완성하였다.

2. 조경용방음벽 시스템의 설계

조경용방음벽 지지대의 기초는 상기 기준들을 만족하도록 프로그램을 이용하여 설계제요소 즉, 지지대의 높이, 지지공간의 변화, 지지말뚝의 제원 그리고 기초깊이를 변화시켜 표 3과 같이 기준값을 산정하여 제시하였으며 외장형블록의 형태도 선택할 수 있도록 제안하였다.

Table 3. Case study results of relationship between soundproof wall height and post spacing

height(m) block no.	post spacing				block type					
	5m	4m	3m	2.5m						
6.3 (30)	foud. depth			7m	6m	O형				
	Post-pile spec.			200×200×8×12						
5.25 (25)	foud. depth		7m	6m	5m	O형				
	Post-pile spec.		200×200×8×12		200×150×9×16		O형, I형			
4.2 (30)	foud. depth	7m	6m	5m		5m 4.5m		O형		
	Post-pile spec.	200×200×8×12				200×150×9×16	O형, I형			
3.15 (15)	foud. depth	6m	5m	4m	4m 3.5m			O형		
	Post-pile spec.	200×200×8×12				200×150×9×16	O형, I형			
		200×150×9×16							150×125×8.5×14	O형, I형
		125×125×6.5×9								
2.1 (10)	foud. depth	direct found.								
	Post-pile spec.	none post								

3. 조경용방음벽 지지공간기초설계

조경용방음벽 지지공간의 기초에 대한 기준은 UBC(Uniformed Building Code)기준에 따라 산정하였으며 이때 사용된 프로그램은 SAP 2000을 사용하였다. 지반의 강도는 SPT시험결과를 이용하여 지표부근에 기초설치시 발생하는 기초의 응력 및 침하량의 관계를 구하는 것이 일반적이다.

그린스톤 자립블록에 대한 기초지반은 그림 10에서와 같이 가로 0.5m, 지지공간 3m로 구조 해석을 위한 Winkler모델링하였다. 작용하중은 각 블록당 작용하는 전체상재하중 1.5 ton/ea을 단위 m당 작용하중으로 그림 11과 같이 절점별 하중을 산정하여 3차원 지반계수를 이용하도록 모델링하였다. 이때 지반조건별 Spring 상수를 다음 식을 이용하여 구하였다.(도로교시방서)

$$k_v = \frac{1}{30} \cdot \alpha \cdot E_0 \cdot \left(\frac{b_v}{30}\right)^{-3/4} \text{ kg/cm}^3$$

여기서, α : 지반반력 추정계수(=1), E_0 : 지반변형계수(=28N), b_v : 환산재하폭, $k_h = k_v / 3$ 이고 허용인장응력은 $0.42\sqrt{210} = 6.086 \text{ kgf/cm}^2$, 허용전단응력 $0.25\sqrt{210} = 3.623 \text{ kgf/cm}^2$ 이다.

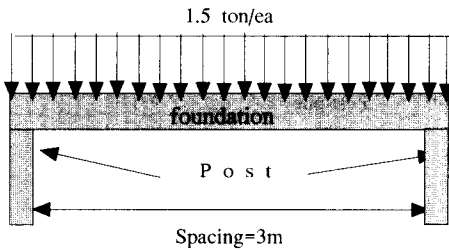


Fig. 10. 2-Dimensional modelling of bearing system to post spacing

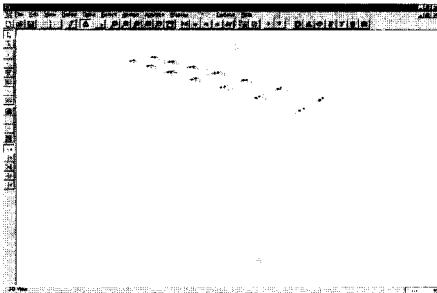


Fig. 11. 3-Dimensional modeling of soil reaction modulus

표 4의 값을 이용하여 표 5에서 보는 바와 같이 기초판의 두께를 0.1m~0.3m까지 변화시키고 지반상태는 평균 N값을 5~20까지 변화시켜 인장응력 및 전단응력 그리고 침하량을 산정하였으며 각각 허용치 범위를 만족하도록 지지공간의 기초형태를 그림 12와 같이 선정하였다. 표에서 보는 바와 같이 인장응력은 높이 0.25m 이상, 전단응력과 침하량은 모두 허용치보다 작아 안전한 값을 나타내었다. 따라서, 기초판의 넓이, 높이를 산정하면 그림 12와 같이 높이는 0.3m, 가로 1m 설정하였다.

Table 4. Spring constants of ground (B=0.5, L=3m)

구분	N=5	N=10	N=15	N=20
$E_0(\text{kg/cm}^2)$	14.0	28.0	42.0	56.0
$B_v(=\sqrt{B \cdot L})(\text{cm})$	122.474	122.474	122.474	122.474
$K_v(\text{tf/m}^3)$	0.162486	324.971	487.457	649.942
$K_v1(\text{tf/m})$	5.687	11.374	17.061	22.748
$K_h1(\text{tf/m})$	1.876	3.791	5.687	7.583
$K_v2(\text{tf/m}^3)$	17.467	34.934	52.402	69.869
$K_h2(\text{tf/m})$	5.822	11.645	17.467	23.290

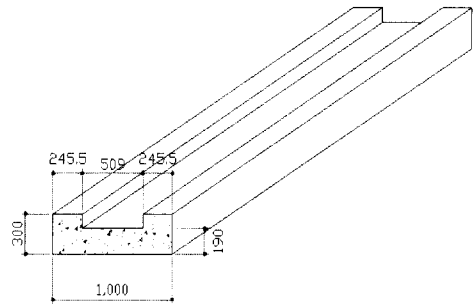


Fig. 12. Foundation type of post spacing

4. 기존시스템과의 복합방음벽시스템의 제안

그린스톤을 이용한 조경용방음벽의 설계방법에 따라 최대수요높이 및 이에 대한 지반의 지지력 및 안정을 만족하는 복합방음벽시스템을 그림 13(a)과 같이 제시하였다. 그림에서 보는 바와 같이 지지대는 지지말뚝과 외관용 조경블록을 조합하고, 지지대사이의 지지공간은 그린스

Table 5. Analysis results of SAP2000

두께 (cm)	N	인장응력 (kg/cm ²)	전단응력 (kg/cm ²)	침하량(m)
10	5	25.2	0.495	0.016
	10	19.8	0.45	0.008
	15	16.2	0.43	0.006
	20	13.5	0.4	0.004
15	5	13.4	0.385	0.016
	10	12.6	0.385	0.008
	15	11.7	0.385	0.006
	20	10.8	0.385	0.004
20	5	9	0.310	0.016
	10	8.1	0.308	0.008
	15	7.65	0.308	0.006
	20	7.3	0.308	0.004
25	5	5.85	0.264	0.017
	10	5.4	0.264	0.008
	15	5.3	0.264	0.006
	20	5.2	0.264	0.004
30	5	4.05	0.228	0.017
	10	4.0	0.228	0.009
	15	3.9	0.228	0.006
	20	3.85	0.216	0.004

톤블록과 기존 투명방음벽을 조합한 그림 13(b)와 같은 복합체계를 만족하도록 시공방법을 제시하고자 한다.

또한, 그림 8과 같은 거푸집용 그린스톤을 제작하므로써 지지대와 지지공간사이의 블록조립시 발생하는 식재불능의 가능성을 배제할 수 있도록 그림 13(c)과 같이 어떤 상태의 조립도 가능한 방음벽구조체계가 되도록 하였다.

(a) Combined soundproof wall of post block and post-pile

(b) Combined soundproof wall system

(c) Constructed plan

Fig. 13. Combined soundproof wall system of Green stone system and exist system

VII. 결 론

보강토블록으로 사용되는 그린스톤을 개량하여 조경용블록을 제작하고 이를 이용하여 방음벽으로 활용하고자 하였다. 먼저, 방음벽시스템의 적용 풍하중에 대한 각종 기준의 고찰을 통해 방음벽에 작용하는 풍하중의 적용성을 고찰하였으며 기존방음벽시스템에 대한 친환경적 요소를 추가하기 위해 조경용 지지블록을 새롭게 제작하였다. 지지블록은 현장의 시공성을 높이기 위하여 거푸집의 역할을 수행할 수 있도록 하였으며 기존방음벽의 지지말뚝의 외관에 대한 혐오성을 배제하는 지지블록과 지지말뚝의 복합시스템에 의한 조경용지지대가 되도록 하였다.

또한, 그린스톤블록의 공학적 특성을 조사하기 위하여 역학실험을 수행하였으며 이 결과를 이용하여 설계의 기본자료로 활용하였다.

그린스톤블록만을 이용한 방음벽의 높이는 제한적으로 사용될 수밖에 없고, 그린스톤이 갖고 있는 친환경적 장점의 미활용에 대한 보완을 위해 기존방음벽시스템과 조합한 복합적인 방

음벽시스템을 제안하였으며 방음벽구조물의 안정 및 기초의 안정상태를 모두 만족하도록 하였다. 이를 위하여 SAP2000 프로그램을 이용하여 기초의 안정 및 소요강도 등을 조사하였다.

본 설계방법은 각종 현장의 자료를 확보하는 경우에 대하여 자동으로 설계가 가능하도록 엑셀프로그램으로 제작되므로서 설계의 간편성을 도모하였다.

인 용 문 헌

건설교통부. 1996. 건축물 구조기준에 관한 규칙.

건설교통부. 1997. 구조물 기초설계 기준.

대한토목학회. 1996. 도로교표준시방서.

대한토목학회. 1996. 콘크리트표준시방서.

(주)한설그린. 1999. 그린스톤을 이용한 블록식
옹벽의 Design Manual.

한국지반공학회. 1997. 지반공학시리즈4 깊은기
초. 구미서관.

Allan Block Mortarless System Manual. 1999.

NCMA. 1997. Design Manual for Segmental
Retaining Walls. 2nd.

Uniform Building code. 1994.

接受 2000年 9月 30日