

## 식재용 블록을 이용한 옹벽 녹화 기법에 관한 연구( I )

- Eco-Stone의 시공 사례를 중심으로 -

한성식<sup>1)</sup> · 정경진<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>(주)한림 녹화 건설 · <sup>2)</sup>성균관대학교 조경학과 박사과정

## The Retaining Wall Revegetation Technology Using Planting Blocks( I )

- A Case study on the Eco-Stone structure -

Han, Sung-Sik<sup>1)</sup> and Chung, Kyung-Jin<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>HAN LIM Landscape Co.

<sup>2)</sup>Ph. D. Landscape Architecture major, Sung Kyun Kwan Univ.

### ABSTRACT

The retaining wall is a structure which was made for changing land form in many construction. The first role of the retaining wall is to maintain the slope stability. But recently, the amount of retaining wall have been increasing because of the expansion of construction works and the amenity of urban environment have been decreasing because of environmental destruction and the scenic heterogeneity. So we should consider the slope stability and ecological stability at the same time.

The purpose of this study is to develop the retaining wall revegetation technology using the Eco-Stone, the structure of co-satisfying which included the slope stability and the revegetation effect.

Eco-Stone is a structure which has high stability for earth pressure, settlement and drainage. And cost and term of construction works also have been decreased. Eco-Stone structure is one of factors composing the ecological network which is harmonize with surrounding environment. In this way, it is expected that the ecological habitats of various species would be restored.

Key words : *retaining wall, slope stability, revegetation, eco-stone*

### I. 서 론

오늘날 도시 환경은 개발과 보존이라는 극단적인 이원론적 개념으로는 더 이상 문제의 해

결을 기대할 수 없을 정도로 다양한 구성 요소들이 혼재되어 끊임없는 상호 작용을 반복하고 있다. 특히 대도시의 인구 집중은 도시의 물리적 형태에 큰 영향을 주었고 자연 형성 과정

(natural process)을 무시한 과도한 지형 변형은 돌이킬 수 없는 환경 파괴의 근본적 원인을 제공하고 있다. 그러나 보다 나은 도시 공간을 창출하기 위한 수많은 기회적 요소들은 아직도 미개척 상태로 방치되어 있으며 설계 과정을 통해서 이룩되어야 할 도시적 특성(urbanism)과 생태적 특성의 통합이 새로운 관심사로 떠오르고 있다(Hough, 1988).

이러한 관점에서 도시내의 각종 건설 공사시 원지반을 절, 성토하면서 불가피하게 형성된 일정한 구배의 비탈면과 옹벽도 도시적 특성과 생태적 특성이 통합되어야 할 하나의 기회적 요소라 할 수 있다. 그 중에서도 옹벽은 도로 건설 또는 주택 단지 조성 등으로 발생한 붕괴 우려 지역에서 토압을 고정하여 붕괴를 방지하기 위해 비탈면의 하단에 시공하는 것으로서 미적, 경관적 차원보다는 구조적 안정성을 목적으로 하는 구조물이다. 따라서 옹벽은 비탈면의 안정을 유지하는 것이 1차적인 역할임을 부인할 수 없다. 그러나 무분별한 공사가 급속화되고 과도한 지형 변형으로 인한 다양한 규모의 비탈면이 형성되면서 녹화에 대한 이해와 적극적인 대처의 노력이 부족한 상황에서 옹벽은 침식 및 붕괴와 같은 구조적 안정성 문제와 더불어 환경적, 생태적 파괴의 문제가 심각하게 지적되고 있다.

인위적 또는 자연 발생적으로 형성된 비탈면과 옹벽은 강우시 지표수 및 지하수위의 영향과 동절기의 표토층이 해빙되면서 침식 또는 붕괴될 위험을 안고 있다. 이러한 표면 붕괴 현상(sliding)을 억제하기 위해 구조물 설치 공법, 배수 공법 등 견고한 재료에 의한 토목 구조적 처방이 이루어지고 있으나 그에 따른 경관적, 생태적 이질성(heterogeneous)은 도시민의 삶의 질을 저하시키고 있다.

최근 비탈면 녹화에 대한 관심이 점차 증대되면서 훼손된 식생의 복원 및 창출에 대한 문제가 부각되었고 다양한 녹화 기술이 도입되기 시작했다. 또한 콘크리트 옹벽에서 나타나는 반 환경적 요소들을 개선하고 녹화와 안정성을 동시에 충족시키고자 하는 환경 친화적 구조물

에 대한 필요가 증대하게 되었다. 그러나 고속도로나 댐 등 대규모 공간에서 발생하는 비탈면에 대해서는 안정성과 더불어 생태적 복원을 목표로 다양한 최신 공법이 도입되어 활발히 이용되고 있으나 도시 내 소규모 비탈면, 옹벽 등은 여전히 방치되거나 단순한 콘크리트 구조로 이루어져 녹화에 대한 시도가 이루어지지 않고 있는 실정이다.

기존의 콘크리트 옹벽에 대한 녹화는 옹벽 기부에 흡착형 덩굴 식물을 식재하는 방법과 옹벽 전면에 보조 자재를 설치하여 덩굴의 등반을 용이하게 하는 등 덩굴 식물 위주로 시도되었고 일부 옹벽 면 곳곳에 포켓형의 공간을 확보하여 식재한 사례가 있다.

본 연구는 비탈면의 안정성을 확보하고 다양한 식생이 지속적으로 성장하며 녹화의 효과를 얻을 수 있는 식재용 블록을 이용한 옹벽 녹화 기법을 도입 및 개발함으로써 설계 및 시공 방법에 대한 기술 축적, 향후 모니터링에 의한 평가를 통해 공법의 새로운 활용 방안 등을 제시할 수 있으며 비탈면과 옹벽 녹화를 위한 새로운 공법을 소개하고 다양한 조건에 적용될 수 있도록 응용하고자 하는데 목적이 있다.

## II. 본 론

### 1. 대상지 선정

연구 대상지는 서울 금천구 독산동에 위치한 관악산 도시 자연 공원 내 금천 구청 도서관 주차장 부지이다. 공원 내 광장 및 주차장 설계는 관악산 도시 자연 공원의 보전과 이용의 조화를 피하고 광장 및 주차장의 이용 효과 극대화를 목적으로 이루어졌으며 공원 이용 시민의 휴식처 제공을 기본 방향으로 하고 있다.

시공 사례지는 광장 및 주차장 조성 단계에서 형성된 비탈면으로 주변 건축물과의 경관적 이질성과 붕괴 및 침하 문제가 대두되어 비탈면의 안정성과 환경 친화적인 녹화의 효과를 동시에 확보할 수 있는 방법이 요구되는 공간이다.

본 연구에서 시공된 Eco-Stone 공법은 1998년 5월에 시공하여 1998년 12월에 완공하였으

며 시공 전, 후의 현황은 사진 1, 2와 같다.

사진 1. 시공 전 현황

량, 온도, 강우량, 경사 방향 등 물리적 환경 특성과 식재 기반이 될 현장의 토양 특성, 관수 빈도 및 배수능, 도입 식물 종의 성장 특성 등에 대한 연구가 병행되어야 한다.

따라서 본 연구는 식재용 블록을 이용한 옹벽 녹화 공법의 설계 사례를 소개하고 향후 국내의 활용 방안을 모색하기 위해 시공후 현장에 대한 항목별 기초 조사와 공법에 대한 구조적 안정성의 검토, 다양한 식생의 실험적 도입, 적합한 관리 방안 도출을 목표로 진행될 예정이다. 연구의 진행 과정은 그림 1에 나타나 있다.

사진 2. 시공 직후 현황

2. 기술의 내용 및 범위

Eco-Stone 공법은 기존에 개발된 옹벽 녹화 공법의 국내, 외 사례를 기초로 한 옹벽 녹화용 구조물로 국내 자연 환경에 부합되고 시공 현장의 다양한 조건을 수용할 수 있는 응용 구조의 개발과 지속적인 녹화를 위한 관리 방안을 모색하기 위해 개발되었다.

식재 블록을 이용한 옹벽 녹화 공법은 콘크리트 옹벽이 지니는 구조적 안정성과 비탈면 녹화의 효과를 동시에 충족시킬 수 있는 장점이 있다. 그러나 녹화의 지속성과 생태적, 구조적 안정성의 유지를 위해서는 구조물 자체의 특성 외에도 다양한 관련 요소들에 대한 고려가 필요하며 특히 식생이 지속적으로 발달할 수 있도록 종합적인 서식 조건이 충족되어야 한다.

또한 녹화가 이루어지는 공간의 바람, 일조

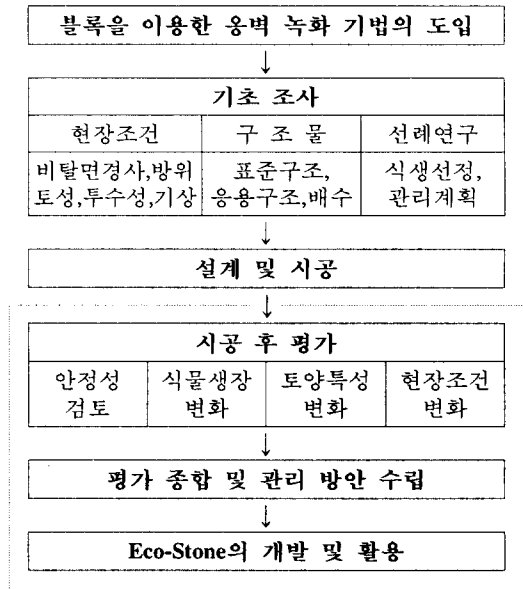


그림 1 연구 진행 과정<sup>1)</sup>

Ⅲ. Eco-stone의 규격 및 적용 사례

금천구청 도서관에 시공된 Eco-Stone은 1998년 5월 착공되어 철쭉 약 1,000주가 식재되어 있는 옹벽 녹화 사례이다. Eco-Stone은 옹벽의 녹화가 기존의 콘크리트 블록에 비해 비용이 높고 미관 위주의 예산 낭비라는 부정적 시각으로 설계에 반영되지 못하던 것과는 달리 실제

1) 점선은 현재 진행중인 내용으로 본 기술 자료에서는 제외하였음.

표 1. 콘크리트 블록과 Eco-Stone의 비교

품 명	비교 수량(m <sup>3</sup> )	공사 기간(일)	단가(원)	주 재 료
Eco-Stone	10	0.05	200,000(식재비 포함)	블록+식물+토양
콘크리트 블록	10	0.5	400,000 - 600,000	콘크리트+철근

\* 대면적시에도 동일한 비율임.

시공 비용도 기존의 콘크리트 옹벽에 비해 획기적인 절감 효과가 나타났고(표 1) 공사 기간이 단축되며 현장 조건에 맞는 응용 구조를 통해 안정성을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

기존의 포켓식 식재 포트에서 지적되던 배수 문제도 용수량에 따라 블록에 설치된 측수 배수구, 블록 배수구, 뒷면 배수구 등에 의해 토양 내 적당한 유효 수분을 유지할 수 있도록 보완되었다.

식재용 블록을 이용한 옹벽 녹화 공법에 있어서 유의해야 할 점은 시공시 원지반의 토질 조건, 경사면의 상태, 기상 및 미기후, 도입 식물의 성장 특성, 시공 및 이식 시기 등을 들 수 있다. 또한 하계 집중 호우와 갈수기의 건조화 현상은 유효 토심과 보수력이 낮은 블록의 특성상 식물의 생육에 장애가 될 수 있다. 따라서 이러한 비탈면의 유형과 주변 환경에 따라 녹화 공법을 신중히 결정하여야 한다. 식생은 이식이 용이하고 생장이 활발한 관목성 조경 용수를 이용할 수 있으며 주변 원자연 생태계를 고려하여 조화를 이룰 수 있는 다양한 종의 도입이 적용될 예정이다.

본 연구에 사용된 Eco-Stone 공법의 규격, 표준 구조 및 응용 구조, 시공 방법, 배수 구조, 시공 사례 등은 다음과 같다(그림 2 - 16).

그림 2. 평면도

그림 3. 단면도

### 1. Eco-Stone의 규격

Eco-Stone은 블록 중량 266kg, 블록간 콘크리트 타설량 0.0411kg, 거푸집 면적 0.2083m<sup>2</sup>, 블록 안 토양 0.200m<sup>3</sup>의 구조물로서 개당 0.75m<sup>3</sup>가 소요된다(그림 2, 3).

블록과 블록 사이에 철근을 넣은 후 콘크리트로 부설하는 방식으로 시공되므로 시공이 용이하고 공사 기간을 단축시킬 수 있는 장점이 있다(그림 4).

그림 4. 설계 예시도

## 2. Eco-Stone의 표준 구조도

Eco-Stone은 토양의 하중을 견디는 밀판과 측판, 뒷판으로 구성되며 토양 습도를 조절하는 뒷면 배수구와 밀판 배수공 등으로 구성되어 있다(그림 5). 블록과 블록이 결합되면서 형성되는 공간은 거푸집을 만들고 철근과 콘크리트를 타설하여 강하게 고정시킨다(그림 6).

그림 5. 표준 구조도

그림 7. 콘크리트 타설부

사진 3. 식재 전 현황

콘크리트 타설부에는 현장 조건에 따라 표준형, 전단면형, 광폭횡단면형으로 구분하여 강도를 조절할 수 있다(그림 7). 식재 이전은 기존의 콘크리트 용벽과 동일한 안정성을 유지하고(사진 3) 블록 내에 토양을 채우고 관목을 식재하여 녹화 비탈면의 경관적, 생태적 효과를 창출하였다(사진 4).

사진 4. 식재 직후 현황

## 3. 현장 조건에 따른 시공 방법

### 1) 절개지 굴삭

절개지가 점성토인 경우 블록 후면을 적절한 경사에 맞게 굴삭하고(그림 8) 절개지의 붕괴 및 침하의 우려가 있는 경우 블록 후면을 10-20cm(D)정도 약간 깊게 굴삭하고 블록은 1-2단 설치 후 D구간에 콘크리트를 타설하면서 쌓는다(그림 9). 기타 특수한 조건의 비탈면은 응용 구조를 활용한다.

그림 8. 점성토 지역

### 2) 기초

기초재를 넣고 기초 콘크리트를 타설한다. 표 2는 구배가 1 : 0.5 일때의 기초 규격이다.

4) 흙채움

흙채움은 일반 토양도 가능하나 도시내의 토양 상태는 건축 폐자재 등의 협잡물이 혼합되거나 심하게 굳은 상태인 경우가 많으므로 토양 개량제를 첨가하는 것이 식생에 양호하고 관수 후 토양의 침하가 나타나므로 흙을 충분히 채워 준다.

그림 9. 붕괴 우려가 있는 지역

3) 블록 설치

블록과 블록 사이는 철근을 넣은 후 콘크리트로 부설한다(사진 5, 6).

5) 식재

관목(철쭉, 진달래) 등을 식재하여 주는 경우에는 1블록 당 3-4본 가량을 식재하여 주고 식재 후 여름철(7, 8월)에 한하여는 1개월에 3-4회 정도 관수를 충분히 해준다. 잡초로 인한 관리상의 문제가 발생시에는 멀칭재(우드칩)로 토양을 덮어 준다. 녹화 시공 후 제초, 시비, 관수 등 사후 관리를 위해 필요에 따라 일정 기간 유인 작업이 이루어질 수 있다.

6) 곡선부 시공

옹벽 곡선부의 조정은 블록간의 콘크리트 타설 및 틈새각을 조정하여 곡선부를 시공하고 블록간의 틈새각이 큰 경우에는 철근을 넣고 콘크리트를 타설하여 콘크리트의 균열을 방지한다.

사진 5. 블록 설치 상단

4. 안정성을 위한 응용 구조

일반적으로 비탈면의 녹화는 원지반의 사면 경사, 표고, 토양 특성에 부합하는 공법을 채택한다. 비탈면의 안정을 목적으로 하는 옹벽 구조물도 동일한 요소를 고려하여 공법의 안정도 및 특성에 부합하도록 시공한다. 다음은 지형에 다른 응용 구조물의 사례들이다.

사진 6. 블록 설치 하단

1) 철근 콘크리트 옹벽

지형에 따라 옹벽의 높이가 5m 이상 필요시

표 2. 기초 규격(1 : 0.5)

규격										콘크리트 체적(m <sup>3</sup> /m)	거푸집 면적(m <sup>2</sup> /m)
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j		
200	313	87	600	157	193	350	150	100	800	0.172	0.893

\* a - j는 시공 현장 조건에 따른 규격임

또는 옹벽 후면이 높게 성토된 곳에 이용할 수 있다(그림 10).

#### 그림 10. 철근 콘크리트 옹벽

##### 2) 부벽식 콘크리트 옹벽

옹벽 후면이 상당히 높게 성토된 곳에 이용하고 구조는 일반 부벽식 옹벽에 녹화 블록을 설치한 방법이다(그림 11).

#### 그림 11. 부벽식 콘크리트 옹벽

##### 3) 급경사용 옹벽

급경사 지형에 앵커를 고정하여 철근 콘크리트를 고정시키는 방식(그림 12)으로 용지의 이용 관계에 따라 옹벽 상단부의 돌출이 필요한 경우에도 이용 가능하다(그림 13).

#### 그림 12. 급경사용 옹벽 1

#### 그림 13. 급경사용 옹벽 2

##### 4) 고사면용 옹벽(그림 16)

표고가 비교적 높은 비탈면의 경우 시공하는 공법으로 옹벽 후면의 토질 상태가 불량하거나 구조 계산 결과 전단면형의 단면이 부족한 장소인 경우 사용한다.

#### 5. 배수 구조

옹벽 녹화의 성패는 식생의 발달 여하에 달려있기 때문에 식물 생장에 가장 중요한 요소인 관수 및 배수에 대한 식재 기반을 조성해주는 것이 필요하다. 또한 배수 구조는 토양 특성의 변화와 관련되므로 시공 후 토양의 투수성을 비롯한 물리, 화학적 분석을 통해 배수능을 확보해야 한다.

Eco-Stone 공법의 배수 구조는 측구로 배수할 경우(그림 14)와 맹암거를 설치할 경우(그림 15), 용수가 많은 경우 등 현장 조건에 따라 선택할 수 있으며 향후 연구 과제를 통해 변화 과정을 모니터링 할 예정이다.

#### 그림 4. 측구로 배수할 경우

그림 15. 맹암거를 설치할 경우

사진 8. 식생 옹벽에 의한 숲길 조성

그림 16. 옹벽고가 높거나 토질이 불량한 경우

## 6. 국외 사례

사진 9. 수로변 조성사례

사진 7. 터널 주변부 사면의 조성사례

## IV. 결 론

식재용 블록에 의한 옹벽 녹화 공법인 Eco-Stone은 블록간 철근 연결 구조로 토압, 침하 등에 대한 비탈면의 안정성을 유지할 수 있으며 블록 내 밑판에 배수공을 가지고있어 우수 시에도 배수효과가 뛰어나다. 또한 뒷면의 둥근 배수구를 통하여 식재된 식물의 뿌리가 뻗어 나갈 수 있어 활발한 성장을 촉진시킬 수

사진 10. 도로변 식생 옹벽 조성사례

있다. 시공적 측면에서는 기존의 콘크리트 옹벽에 비해 뛰어난 공사비 절감 효과와 공사 기간의 단축 효과를 얻을 수 있으며 생태적 네트워크의 한 요소로서 동, 식물의 서식 공간은 물론 경관적 아름다움을 창출할 수 있으리라 기대된다.



식재용 블록에 의한 녹화 공법은 도로, 터널의 암반 녹화, 댐, 사방, 공항 등의 옹벽 녹화, 고속도로의 방음벽 녹화, 학교, 택지, 공장 등의 옹벽 녹화에도 활용 가능하며 공원, 골프장 등 다양한 공간에서 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

비탈 녹화 공법의 선정은 비탈의 안정, 조기 녹화, 경관성 제고, 시공의 경제성 등 시공 목적의 우선 순위에 따라 비탈의 토질 인자, 입지 인자 및 주변의 지역적인 특성을 고려하여 결정하여야 한다(우보명, 1998). 따라서 본 공법은 앞으로 다양한 식물종을 도입할 수 있도록 토양, 광도, 수분 등 식물 생장 조건의 변화 과정을 지속적으로 모니터링 할 예정이며 옹벽의 유형에 따른 형태적 변형을 모색하여 국내의 옹벽 시공에 있어 생태적 환경을 보다 고려할 수 있는 다양화된 방법으로 시공하고자 한다.

## V. 참고문헌

- 건설교통부. 1997. 환경 친화적 건설 사업 수행 요령. (사)환경영향평가협회.
- 대한주택공사. 1996. 환경 친화형 주거단지 계획 사례 연구.
- 우보명. 1978. 조정 사방에 관한 연구. 한국임학회지. 28 : 67-96.
- 전기성 · 우보명. 1995. 절개 비탈의 녹화 기술에 관한 고찰. 서울대 연습림 보고. 31 : 73-95.
- 한국도로공사. 1995. 고속도로 절개 비탈면 녹화 공법 연구.
- 한국건설기술연구원. 1996. Green Town 개발사업 I. 한국건설기술연구원.
- 한국환경복원녹화기술학회. 1998. 한·일 양국의 환경복원 녹화기술의 현황과 전망. 한국환경복원 녹화기술학회 창립기념 한·일 심포지엄 논문집.
- 환경부. 1995. 전국 그린 네트워크화 구상 - 사람과 생물이 어우러지는 자연 만들기 -.
- 환경부. 1997. 그린네트워크 사례집.
- 환경부. 1998. 도시 건축물 입면 녹화 지침. 7-42.
- Hough, M. 1996. City Form and Natural Process, 신용석 외 2人譯 도시경관생태론. 기문당.