

岩盤 절토비탈면 처리에 관한 사례연구

- 포천 C.C 조성 및 문학운동장 비탈면처리공을 中心으로 -

김길동¹⁾ · 이재근²⁾

¹⁾ 상명대학교 환경자원학과 박사과정 · ²⁾ 상명대학교 환경조경학과

A Study on Treatment of the Cutting Rock Slopes

- A Case study on the sloping work of the Po-Chun C.C Project
and the Moon-Hak Sports complex project -

Kim, Kil-Dong¹⁾ and Lee, Jae-Keun²⁾

¹⁾ Ph. D. Environmental Landscape Architecture major, Sang Myung Uni.

²⁾ Depart of Environmental Landscape Architecture, Sang Myung Uni.

ABSTRACT

In order to seek a efficiency of site cooperation and slope stabilization in a rock sloping work, it would rather take into consideration, in its importance, a concurrent performance of civil works and landscaping works than give any part a special priority.

It can enable us to achieve an expanded scope of landscaping works and improvement of slope scenery via this sort of cooperation.

However, this can not be achieved without assurance on the slope stabilization and scenic view of the project owner, and further via this cooperation, environmentally familiar works can be performed, becoming natural environment and minimizing damages on surrounding scenery and environment.

It is foreseeable that improvement of functions of civil equipment, introduction of technology and development of landscaping materials can facilitate an improvement in the betterment of slope scenery.

Landscaping related parties need to enhance their understanding of rock sloping and scenic view based on knowledge on the fundermental understanding of slope stabilization and on the base rock characteristics.

Key words : *slope stabilization, scenery, rock, civil works*

I. 서론

1. 연구 목적

비탈면에 노출된 岩, 암괴는 경우에 따라 중요한 경관적 요소임에도 불구하고, 지금까지는 암비탈면 造成時 획일적 물매나 소단조성, 중비토 뽑어 붙이기공법(일명 녹생토) 등으로 피복하여 너무 인공적인 비탈면처리로 일관해 왔다.

일단 조성된 비탈면은 조경적 측면에서 형태를 변경, 작업하기에는 한계를 갖게 되는데 이것은 평지와는 달리 대상지의 작업 조건의 특수성 등이 다르게 되기 때문이다. 예를들어 암반 비탈면에 대한 장비접근의 곤란, 작업공간의 제한, 경제성 등으로 비탈면의 재정비를 어렵게 하고 있다. 그러므로 비탈면 조성 초기부터 토목, 조경적인 측면에서 접근하여, 계획시행됨으로써 기능적, 생태적, 경관적 만족을 얻을 수 있는 비탈면을 조성할 수 있도록 해야 할 것이다(서울시공원녹지관리사업소, 1997). 이런 맥락에서 본 연구는 암절토비탈면의 처리에 관한 일련의 작업흐름을 사례지를 中心으로 고찰해 봄으로써 비탈면처리방법의 한 기법을 규명하는데 기초적 근거를 찾아보는 것에 그 목적을 두고 있다.

2. 연구 범위

암반비탈면을 기능적이고도 경관미를 제고하기 위하여 처리하는 방법을 연구함에 있어 선정된 두개의 사례지역을 비교 연구함으로써 개선점을 찾는 것을 본 연구의 범위로 한다.

암반 특성 및 발파관련 자료를 먼저 정리하여 이것을 바탕으로 조경측면에서 해야 할 역할이나 기법이 무엇인지를 조사하고자 한다. 종래 암반비탈면 조성은 토목 또는 암발파 전문가 등의 고유 영역일 수도 있었으나, 암반을 살리고 수목 도입 등 자연스런 경관을 전제한다면 향후 조경부문에서의 역할이 더 크다고 본다. 이런 관점에서 사례지를 중심으로 서술 하되, 사례지는 이미 시행이 완료된 곳과 현재 진행중에 있는 사업 주체가 다른 2개 지역으

로 한다.

암반비탈면은 向이나 경사정도, 지역 등에 따라 수종이나 식재형태가 달라질 수 있을 것이다(이수근, 1996).

또한 경관측면에서 비탈면에 대한 암노출, 식재피복을 또한 중요함으로 이에 대한 기초 연구를 다루되 이들에 대한 계량화 방법의 모색은 본 연구에서는 제외하였다.

II. 연구 방법

1. 사례지 선정

암비탈면에 비교적 큰 암괴를 살리고자 한다면 암 자체가 연암이상의 강도를 지녀야 할 것이다(황정규, 1993). 그러므로 이런 암반비탈면 지역을 대상으로 하되, 이런 경우 시공 결과물에 대한 사업주체 측의 의지가 중요하며 민간 공사와 관 공사는 작업 추진상 상당한 차이가 있으므로 민간공사는 포천 C.C 조성사업을, 관공사로는 인천문학운동장 비탈면처리공을 사례지역으로 선정하였다.

즉 포천 C.C 조성사업(대우건설(주), 1995)은 이미 비탈면처리가 완료되어 안정된 비탈면 경관을 볼 수 있으며, 문학운동장 조성사업(인천시 종합건설본부, 1995)은 현재 비탈면처리공이 진행 중에 있다. 완료된 프로젝트의 결과물은 진행중인 비탈면처리공과도 비교될 수 있고 사업시행 주체에 상당한 확신을 줄 수 있는 부분도 있어 사업 성격이 다른 두 지역을 선정하게 된 것이다.

가. 포천 C.C 조성공사

- ① 위치 : 경기도 포천군 신북면 고일리
- ② 면적 : (가) 전 체 : 1,782,000m² (36홀)
(나) 비탈면 : 3,600m² (대상지)
(다) 비탈면비율 : 0.2%
- ③ 암노출지역 : (가) 개소 : 4개소
(나) 면적 : 5,500m²

그림 1과 같다

사진 1. 포천 C.C 비탈면 현황

나. 인천문학 운동장 조성공사

- ① 위치 : 인천광역시 남구 문학동 31-1
- ② 면적 : (가) 전 체 : 462,000m²
 (나) 비탈면 : 3,740m² (대상지)
 (다) 비탈면비율 : 0.81%
- ③ 암노출지역 : (가) 개소 : 2개소
 (나) 면적 : 8,500m²

사진 2. 문학운동장 비탈면 현황

2. 분석 방법

다른 두 사례지역의 프로젝트를 비교해 봄으로써 작업흐름, 지역에 따른 공법선택, 民, 官 공사에 따른 작업추진상의 차이점 등을 대비해 결과를 도출하는 방법을 취하였다. 포천 C.C 조성공사는 사진, 도면, 작업일지 등 공사 관련 기록물과 당시 시공관계자의 경험에 의한 서술에 의해 조사하였다. 문학운동장 조성 사업은 일련의 비탈면 처리공의 현장조사 과정을 통해 조경부문의 역할 즉, 식재도입 및 비탈면경관 측면, 암피노출의 적절한 방법등을 조사, 분석하였다. 이런 과정에서 방법이나 노출된 문제점을 분석함으로써 향후 비탈면 처리공의 기초연구에 응용될 수 있을 것이고, 처리기법의 한 방편으로 삼을 수 있을 것이다. 또한 연구분석방법의 과정을 도로 작성하면

[분석 과정]

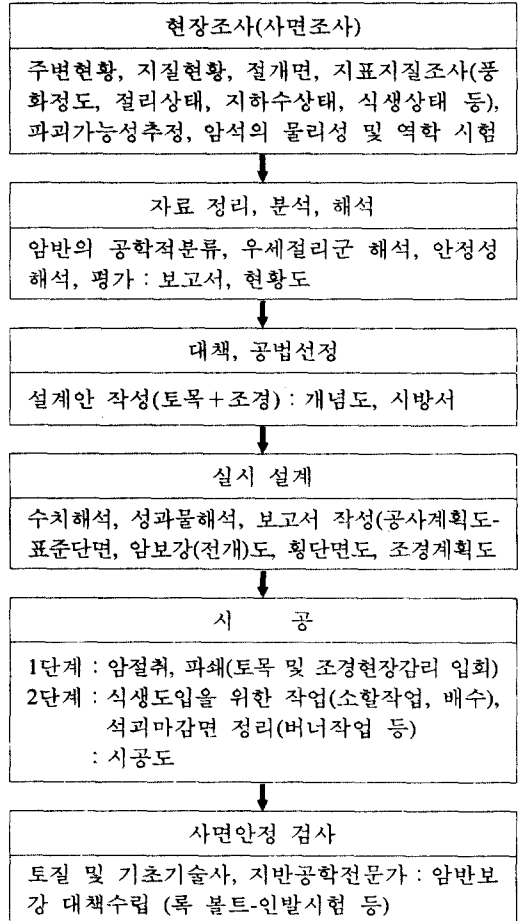


그림 1. 연구 분석 과정

Ⅲ. 결과 및 고찰

현장 조사 및 공사 기록물, 시공관계자의 설문조사분석 등을 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 인천 문학운동장 비탈면조성공사

대상지가 경암으로 이루어져 있으며 절리가 불규칙하게 발달되어 발파를 하되 암피 조성은 브레이크 작업을 주로 하였다.(사진 3, 4 참조)

사진 3. 브레이카 작업

사진 4. 발파를 위한 천공작업

비탈면의 안정과 적절한 면 고르기를 위해 최종계획선 보다 1.5m 전에 발파를 끝내고 마무리는 브레이카로 면 조성을 하였다. 식재구덩이는 자체작성한 시방, 도면에 의거 조성하였고, 암반 식재대의 위치는 식재대의 각 높이를 기준으로 X, Y 좌표를 참고점으로 하여, 참고점에 가장 근사치의 X, Y 좌표로 결정하고, X, Y좌표는 실측후 보정토록 하였다. 작업 흐름 과정은 다음과 같다.

- ① 비탈면처리 관련 작업계획서/개념도 작성 : 발파방법, 절리방향, 암질, 천공간격, 식재군 위치선정
- ② 작업시행 : 발파, 절취, 토목 및 조경감리 임회 점검, 수정작업
- ③ 필요시 암비탈면 조경처리 : 브레이카 등 소할작업
- ④ 조경처리 : 배수공, 식재군조성, 강건묘 도입, 부분 녹화공법 적용
- ⑤ 최종비탈면 안정성검사

본 공사는 관공사로서 시공결과 보다는 책임소재를 의식한 창의성 부족으로 의도한 경관 조성이 잘 되지 않았다. 업역 간의 배타적인 관행, 시방서의 경직성 등으로 협업의 한계를 갖게 되었다. 그러나 조경부문에서 자체적으로 특별시방서와 도면작성 등으로 초기 비탈면공에 적극 개입하여 소극적 비탈면처리가 아닌 적극적인 비탈면처리 작업을 할 수 있었다. 특별한 비탈면처리방법을 적용한 것은 아니나 비탈면에 식생을 도입한다는 의지를 갖고 시방서는 배수, 관리측면을 고려하였다. 또 공간 스케일을 고려하여 식재구덩이를 비교적 크게 하였다. 대형 식재대는 길이 14m, 소형은 10m, 깊이는 1.0m, 폭은 중앙부위를 3m가 되도록 하였다. 식재대 바닥은 배수를 고려하여 암반비탈면 쪽으로 1.0-1.5%의 경사를 유지토록 하였고, 후속공종(돌쌓기)을 고려하여 돌쌓기에 지장이 없도록 물매, 마무리 등의 구성에 만전을 기하도록 하였다. 이런 과정에서 현재까지 노출된 문제점은 다음과 같다.

- (1) 비탈면관련 시방서 : 비탈면 마감면에 ± 30 cm의 요철 허용치를 두고 있으나 토공에서 이것을 집착하여 자연스런 암피 노출을 막고 있다. 또 발파 간격을 일률적으로 규정하거나 시행하는 것도 변화되는 암노출을 막고 있다. 浮石정도의 견어내기 면 정리는 필요하나 전 비탈면을 면고르기할 필요는 없다고 본다. 제거가 곤란한 큰 부석이 있는 곳은 앵커 공법을 이용하여 고정하였다.
- (2) 비탈면물매 : 특기 시방서에서는 토질조사 보고서에 근거하여 토질별로 토사는 1 : 1, 풍화암 1 : 0.5, 경암, 연암은 1 : 0.3으로 경사지게 계획하였고, 높이 5m마다 1m 폭의 소단을 설치하도록 했는데(인천시 종합건설본부, 1995) 소단을 없애고 암을 노출시키는 것으로 변경계획하였다. 시방서 토공사 1-11항목에서 서해안 고속도로에 접하는 비탈면은 암으로 분류되나 경기장과의 조화와 조경공간의 확보를 위해 비탈면물매를 1 : 1.5로 계획하였다.

국내 비탈면 물매기준의 근거로 삼은 것으로 추정되는 일본의 자료나 외국자료에는 지질구조에 의한 위험요인이 없는 경우에만 본 표준물매를 사용하고, 암반이라도 1:1 - 1:1.2 이하의 낮은 물매로 조정할 수 있다는 단서가 부가되어 있다. 그러나 국내에서는 표준물매 기준이 완벽한 것으로 착각하고 무비판적으로 설계에 사용되고 있다. 이는 비탈면붕괴를 자주 발생시키는 한 원인이라고 생각된다(이수근, 1996).

- (3) 현장여건의 제한 : 발파소음에 의한 민원야기로 천공간격을 1.5m로 시행함으로써 비교적 큰 암괴의 조성을 제한하였다. 천공간격을 크게 하여 대발파했다면 큰 암괴를 얻고 그 후 소발파나 브레이크 작업 등으로 자연스런 비탈면을 조성할 수 있었을 것이다.
- (4) 소단 및 배수로 조성 : 직선적인 소단, 배수로가 너무 인공적이므로 지형에 따라 변화를 주거나 소단폭을 1.0m에서 4~5m로 넓게 하여 비탈면의 불안정을 소단으로 잡을 수도 있을 것이다. 이곳에 군식으로 처리했다면 인위적으로 보이는 직선형태의 소단을 상쇄토록 할 수도 있을 것이다.
- (5) 사후관리측면 고려 : 평지와는 다른 암비탈면이므로 관리비를 절감할 수 있는 관수, 수중등의 경우를 고려해야 하고, 특히 안정에 대한 심도있는 대책이 마련 되어야 한다.

2. 포천 C.C 조성사업

클립 하우스 남측비탈면은 절리가 비교적 발달하여 절리면을 잘 살렸으며 柱狀구조를 형성하고 있는 암반이 있어 이런 부위는 원형을 그대로 살리고, 면이 거친 마감 부위나 각이진 부위는 버너로 튀겨 자연스런 암반면을 유도하였다. 암은 장기간 노출되면 강도저하나 자연 마모의 변화를 가져오나 여기서는 거친 암면을 버너작업을 하여 자연스런 면을 조기에 조성코자 했다. 본 대상지는 비탈면폭이

20m, 길이 180m 정도이고, 비탈면 경사정도에 따라 수직폭포나 경사폭포를 도입하고 암벽형상에 따라 수목을 적극 도입하였다.(사진 5, 6 참조)

비탈면을 처리함에 있어서는 조정식재 및 암경관을 고려한 발파, 정리, 보강순으로 시행하였는데 주요 적용된 비탈면처리방법은 다음과 같다.

사진 5. 포천 C.C 암비탈면 조성후 모습

사진 6. 포천 C.C 암비탈면 조성후 모습

- (1) 발파 : 암절리면을 고려하여 일률적인 천공간격을 피하고 초기에는 부분적으로 대발파를 하였고, 소발파나 대형 브레이크로 작업을 하여 암괴가 나오도록 하였다. 이때 절리를 고려한 절취를 하였다. 무엇보다도 암질을 우선적으로 고려하여 계획선에 도달하지 않았더라도 암강도 측정 후 고강도 때에는 주변여건을 고려하여 작업을 중단하여 최종 계획선으로 변경하기도 하였다. 이때 岩 전문가에 의한 암반의 특성, 안정성을 검토하였고, 발파전문가에 의

한 작업진행여부를 결정하였다. 이와 같은 신중한 공정진행으로 다른 발파작업에 비해 비교적 시간 소모가 많았다.

- (2) 정리 : Key Stone¹⁾을 철저히 보호, 보강하였고 부석이나 저장도 암석을 확실히 제거하였으며, 이때 생긴 틈새를 식재용 Pocket으로 이용하였다. Pocket 내의 배수층에 유공관을 매설하여 Pocket 외부로 배수를 하였고, 거친 암면에는 버너작업을 하였다.
- (3) 보강 : 조경측면에서 주위여건을 고려, 대형 암괴를 살릴 필요가 있을시 불안한 곳은 위치고정(anchoring)을 하였고, 주위에 식재공간을 조성하였다.
- (4) 배수 : 절리가 많은 암일 경우 절리 틈새로 우수의 침투로 인한 동결, 동파가 비탈면 안정에 영향을 줄 수 있으므로 비탈면상단에 U형 배수관을 설치하고 내부에 방수처리를 하였다.
- (5) 식재지 선정 : 연암 제거지역, 대형암괴 보강지역, 부석 제거지역, 기타 소형 Pocket 지역을 식재지역화 하였다 (별첨계획도 참조).

3. 분석의 종합

고찰한 두 곳의 사례지는 사업주체나 지역 조건의 차이 등에서 암반조성에 차이가 있었으나 경관측면이 초기에서부터 고려되어 좋은 결과물을 기대할 수 있었다. 즉, 포천 C.C 조성사업은 민간공사로서 토공과 조경공이 협력하여 시방과 경관 조성 계획도 대로 결과물을 얻을 수 있었다. 당초 설계는 비탈면을 종비토 뽑어 붙이기 공법(일명 녹생토)으로 피복하는 공사였으나, 경영주의 의지, 비탈면에 대한 관심 등으로 공사 초기부터 토목부문에 조경부문이 적극개입하여 비탈면에 암반을 적극 노출시키면서 자연스럽게 비탈면을 조성할 수 있었다.

또 인천문학 운동장 조성사업은 관공사로서 시공결과보다는 책임소재의 논란, 관행 등으로

당초 조경측면에서 의도한 경관조성의지 보다는 만족하지 못하였다. 즉 업역간의 배타적인 관행이나 시방서, 주택가에 인접한 현장여건, 예산상의 문제 등이 이를 제한하였으나 비교적 초기에 시방서와 도면을 작성하여 조경의 사가 고려된 비탈면처리공이 진행되었다. 근래 우리나라에서도 岩부분 녹화공이 시행되고 있으나, 본 논문과 기존 암 부분녹화공법과의 차이점은 다음과 같다.

암 부분 녹화공법이 토공작업이 진행된 뒤 후속공종으로 작업이 시행됨으로써 자연스런 암괴를 비탈면에 제대로 살릴 수 없다는 점이다. 그 주요 요인으로 현행 토목 시방은 비탈면 마감면에 대해 흔히 $\pm 30\text{cm}$ 의 요철허용치를 두고 있어 안정되고 요철이 없는 비탈면조성을 주 목적으로 시공하기 때문이다. 그러나 암괴 비탈면을 살리기 위해서는 비탈면을 우선적으로 안정시키면서도 자연스런 비탈면을 목적으로 하여 작업 시행전에 현장마다 일반 시방에 우선되는 특별시방서를 만들어 조경, 경관관점에서 접근, 논의, 시공되어야 한다. 이때 언급해야할 특별시방서의 주요 내용으로 ① 발파전문가의 조언을 듣거나 하여 암반특성을 살려 암반이 자연스럽게 노출되는 발파기법이 적극 도입되어야 하고, ② 전체비탈면이 적정한 시점에서 자연스럽게 보여지도록 하는 배식계획이나 비탈면에 대한 식생조성 스케치를 하여야 할 것이고, ③ 공종이 복잡, 다양화 추세에 있는 이 시점에는 현행표준시방서가 계약도서인 공사시방서로 직접 활용하는데는 한계를 가질 수 있으므로 너무 규정에만 치우치는 내용은 피하되 융통성있는 시방서 작성이 필요하다고 본다.

IV. 결 론

비탈면 처리를 함에 있어 토목부문과 조경부문이 선후공종으로 접근하기 보다는 공동으로 접근 함으로써 토목과 조경의 협업이 가능하고 이런 가능성 속에서 좋은 경관의 비탈면, 안정된 비탈면을 얻을 수 있을 것이고 조경

1) 쇠기돌, 사면 안정에 영향이 큰 밑돌

업역의 확대, 비탈면 경관의 제고 등을 기대할 수 있을 것이다. 이는 사업주체자가 비탈면의 안정과 경관에 대한 확고한 인식과 신념을 바탕으로 한다. 그렇게 함으로써 암반비탈면은 자연환경과 어울리고 주변경관과 환경훼손을 최소화하는 환경친화적으로 건설이 될 것이다.

향후 토목 장비 성능의 개선, 신기술 개발, 조경소재의 개발 등으로 인해 암반이 있는 비탈면경관 분야는 많은 발전이 기대됨으로 조경측면에서 비탈면 안정에 대한 기초지식과 암반 특성에 대한 지식을 바탕으로 암반비탈면 경관에 대한 이해를 넓힐 필요가 있다. 또한 경직된 시방서나 업역간의 배타적인 관행 등을 개선해야 보다 아름답고 기능적인 다양한 경관 비탈면을 조성할 수 있을 것으로 생각된다. 사례지 중 포천 C.C 조성사업의 경우에는 시공사진(사진 5, 6)에서 보듯이 큰 암괴 등을 노출시키고 수목이나 폭포 등을 도입하여 적극적인 조경공간이 되었다. 이런 측면은 향후 비탈면 조성의 많은 부분을 시사해 주고 있으며, 또한 이러한 방법은 많이 응용될 수 있으리라 기대한다. 본 논문에서는 비탈면공

초기에 식재나 경관이 고려된 암반비탈면의 발파, 정리, 보강 등의 일련의 작업과정을 주로 조사 분석하였고 비탈면에 대한 암 노출정도, 비탈면 분류에 따른 수종의 선정, 비탈면 처리 후의 평가나 계량화 방법은 향후 과제로 계속 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 인용 문헌

1. 서울시 공원녹지관리 사업소. 1997. 면목동 절개지 정비공사 실시설계 보고서. pp. 3~12.
2. 황정규. 1993. 지반공학의 기초이론. 구미서관. pp. 305~328.
3. 대우건설(주). 1995. 포천 C.C. 조성사업 실시설계보고서.
4. 인천시 종합건설본부. 1995. 인천문학운동장 실시설계보고서. pp. 10~40.
5. 건설기술교육원. 1992. 기사과정기본교재(토목). pp. 49~50.
6. 이수근. 1996. 토목시공 고등기술강좌. 대한토목학회 : 332~334.

接受 1998年 10月 7日