

문덕우복구간 국도비탈면 종비토뿌어붙이기 시험시공 적용사례

전기성¹⁾ · 우경진²⁾

¹⁾ 한국도로공사 도로교통연구원 · ²⁾ 삼성에버랜드

Application Case of Test Construction of Hydro-Seeding
Measures with Seed-Fertilizer-Soil Materials on the
Slopes Along the National Road Between Munduk and Wubokgu

Jeon, Gi-Seong¹⁾ and Woo, Kyung-Jin²⁾

¹⁾ Expressway and Transportation Technology Institute, Korea Expressway Corporation,

²⁾ Samsung Everland.

ABSTRACT

To protect the surface of ground-cutting slopes occurring at the national road substitute detour [roundabout road] construction jobsite between Munduk and Wubokgu within the jurisdiction of Pohang-si and environment-friendly road construction, a test execution of re-vegetation measures on the major slopes was done and the results are as follows :

As a result of finding out the number of sprouting individuals on the test construction site, the average number of sprouting individuals on the three test spots by the method of revegetation measures D, revegetation measures A, and revegetation measures B was 1,292 number of per square meter, 1,190 number of per square meter, and 1,095 number of per square meter respectively, which statistics were higher than those of test spot by the revegetation measures C.

As a result of finding out living plant's breeding index [weight in dried state], the average dried weight of living plant at the test spot by the method of revegetation measures B, in case of foreign herbal species, was the highest marking 8.96 grams per square meter, and the next was 6.86grams per square meter by the method of revegetation measures D, and the next after was 6.80 grams per square meter by the method of revegetation measures A, and the last 5.93 grams per square meter by the method of revegetation measures C.

Corresponding author : Jeon, Gi-Seong, Korea Highway Corporation, Highway & Transportation Technology Institute,
Tel : +82-31-371-3373, E-mail : giseong@ex.co.kr

Received : 30 August, 2007. **Accepted** : 2 November, 2007.

As a result of finding out the covering degree on the slopes, the same average covering degree of 80% and 77.5% in revegetation measures A and revegetation measures D individually, which showed a somewhat higher covering degree than those of revegetation measures B and revegetation measures C.

As a result of finding out appearing plants on the test construction site, seeding plant life was found to be sprouting on all test spot while native and foreign herbal species and herbaceous plant as well as shrubs were growing in good harmony with each other. However, in case of revegetation measures B and revegetation measures C method, foreign plant species are dominantly growing.

As a result of inspecting rifts on the slopes and the excavated state by water, there existed cracks in some of base materials only in revegetation measures C method applied spot.

Key Words : *Revegetation Measures, Cutting Slope, Number of Sprouting Individuals.*

I. 서 론

국도비탈면은 2004년 12월말 현재 14,246km에 달하고(건설교통부, 2005a), 매년 증가하고 있으며, 이에 따라 도로비탈면도 함께 증가하고 있다. 특히, 문덕-우복의 포항시 국도대체 우회도로는 비탈면이 조성되어 햇빛에 노출이 되면 토사로 변성되는 이암사면으로서 매우 특이한 토질특성을 가지고 있다.

이 지역은 포항 이암층과 화강반암 계열의 비교적 양호한 암체가 혼재되어 있으며, 이암층이 매우 불규칙하게 분포하고 있을 뿐만 아니라 경계가 뚜렷하지 않은 상태로 일반 발파암의 경사를 적용시 안정성이 확보되지 않은 상태로 평면

및 썩기파괴 등의 가능성이 나타나 장기적인 안전성 확보가 필요한 구간이다(건설교통부, 2002). 이러한 특성으로 이 지역의 비탈면은 녹화공법을 적용해서 비탈의 표면을 보호하고 도로경관을 향상시키기 위해 건설교통부에서 수립한 ‘비탈면 녹화설계 및 시공잠정지침’(건설교통부, 2005b)에 의거 비탈면 녹화공법을 시험시공하여 공법을 선정해야 하는 지역이다.

따라서 이 연구에서는 포항시관내 국도대체 우회도로(문덕-우복)건설공사 현장에서 발생하는 절토비탈면의 표면보호와 환경친화적인 도로건설을 위하여 주요 비탈면녹화공법에 대한 시험시공을 실시하고, 그 결과분석을 통하여 현장여건에 적합한 비탈면녹화공법을 선정하기 위하여 이 연구

표 1. 시험시공비탈면의 일반현황.

위 치	비탈면방향	비탈면높이	비탈면연장	비탈면경사
STA. 9+600~9+760	북향	약 40m	약 160m	1 : 1.5

표 2. 시험시공 공법 적용 현황.

	시험공법명	적용면적	시험위치	비 고
1	녹화공법 A	1,600m ²	STA. 9+600~9+640	건식취부
2	녹화공법 B	1,600m ²	STA. 9+640~9+680	습식취부
3	녹화공법 C	1,600m ²	STA. 9+680~9+720	건식취부
6	녹화공법 D	1,600m ²	STA. 9+720~9+760	건식취부

를 실시하였다.

인 비탈면으로 조성되었다.

II. 재료 및 방법

1. 시험시공지 현황

시험시공은 2004년 12월 7일에 표 2와 같이 실시하였는데 기존에 설계되어 있는 녹화공법 C 외에 암절토비탈면 녹화에 많이 이용되고 있는 녹화공법 A, 녹화공법 B, 녹화공법 D등 3가지 녹화공법을 추가적으로 시험시공 하였다.

시험시공 대상비탈면은 북향으로서 높이가 40m, 비탈면연장이 160m, 비탈면경사가 1 : 1.5

2. 공시식물

시험시공에 사용된 종자배합은 표 3과 같이 설계하였다.

녹화공법 A에서 외래종은 Tall fescue, Creeping red fescue, Perennial ryegrass와 재래종은 비수리, 참싸리를 파종하였고, 녹화공법 B는 외래종 Tall fescue, Ky-31과 재래종은 혼합하지 않았으며, 녹화공법 C는 Tall fescue, Perennial ryegrass, Weeping lovegrass와 재래종 비수리, 참싸리, 쭉 등을 파종하였고, 녹화공법 D는 Tall fescue,

표 3. 종자배합설계.

종자명	녹화공법	녹화공법 A			녹화공법 B			녹화공법 C			녹화공법 D		
		파종량	g당 입수	발아율	파종량	g당 입수	발아율	파종량	g당 입수	발아율	파종량	g당 입수	발아율
외래종	Tall fescue	25.0	469	98	50.0	475	97	25.0	447	97	5.0	478	98
	Creeping red fescue	16.6	722	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kentucky bluegrass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.0	2,730	81
	Perennial ryegrass	28.4	456	98	-	-	-	16.7	485	97	5.0	485	97
	Ky-31	-	-	-	50.0	469	98	-	-	-	-	-	-
	Weeping lovegrass	-	-	-	-	-	-	16.7	3,360	98	-	-	-
	소 계		-	-		-	-		-	-		-	-
재래종	비수리	12.5	510	91	-	-	-	12.5	498	88	10.0	536	84
	참싸리	12.5	78	66	-	-	-	16.7	89	54	5.0	73	50
	알팔파	5.0	480	85	-	-	-	1.7	565	88	20.0	435	90
	쭉	-	-	-	-	-	-	2.5	13,200	33	-	-	-
	안고초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	2,520	22
	낭아초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	84	80
	개쉬땅나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.0	65	44
	자귀나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	7	90
	붉나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	95	64
	금계국	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	560	86
	마타리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	258	36
	패랭이꽃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	645	82
	산국	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	746	46
	야생초화류	-	-	-	-	-	-	8.2	-	-	-	-	-
	소 계		-	-		-	-		-	-		-	-
	합 계(파종량)		100 g/m ²	-	-	100 g/m ²	-	-	100 g/m ²	-	-	100 g/m ²	-

표 4. 주변 산림토양의 토양경도, 산도, 습도 측정값.

구분	조사1	조사2	조사3	조사4	조사5	조사6	조사7	조사8	조사9	조사10	평균
토양경도 (mm)	8	7	9	10	11	8	7	6	8	12	8.60
토양산도 (pH)	6.8	6.7	6.6	6.7	6.8	6.8	6.6	6.8	6.7	6.7	6.72
토양습도 (%)	0	0.5	0	0	0.5	0	1	0	1	1	0.40

Kentucky bluegrass, Perennial ryegrass와 재래종 비수리, 참싸리, 안고초, 낭아초, 개쉬땅나무, 자귀나무, 붉나무, 금계국, 마타리, 패랭이꽃, 산국 등을 혼합하여 파종하였다. 파종에 사용된 종자만을 고려한다면 녹화공법 D가 다른공법에 비해 종다양성이 뛰어난 것으로 분석되었다.

3. 조사 및 분석

1) 조사일시

현장조사는 시험시공을 2004년 12월에 시공하여 식물생육이 가장 왕성한 이듬해 2005년 8월 3일에서 8월 31일(29일간)까지 여름철에 2회 현장조사를 실시하여 얻은 자료를 분석하였다. 공법의 가시적평가를 위해서 2005년 4월부터 8월 까지 5회에 걸쳐 조사한 자료를 분석하여 결과에 반영하였다.

2) 주변 토양 및 식생현황

(1) 토양특성;

토양경도는 山中式 토양경도계를 이용하였고, 토양산도와 토양습도는 간이토양산습도계를 이용하여 조사하였다. 주변 산림토양의 토양 물리적, 화학적 특성을 조사한 결과는 표 4와 같이 토양경도는 평균 8.6mm로 나타났으며, 토양산도는 pH 6.72, 토양습도는 0.4% 이었다.

(2) 식생현황;

교목 및 관목류는 소나무, 상수리나무, 생강나무, 줄참나무, 진달래 등이 조사되었으며, 초본류

로는 주름조개풀, 김의털, 엉겅퀴, 양지꽃, 팽이밥, 맑은대쭉, 땃땃이덩굴, 바랭이, 쭉 등이 조사되었다.

3) 식생생육조사

각 조종의 생육특성을 측정하기 위하여 파종 후부터 가로(10cm)×세로(10cm) 격자들을 제작하여 격자들내의 발아정도와 발아후의 초장과 초종별 개체수, 생육지수, 피복도 등을 측정하였다. 생육지수는 격자들내에서 식생을 채취하여 생중량을 측정하였다.

4) 분석방법

조사된 자료는 공법과 조사일자별로 정리하여 분석하였으며, 통계처리분석은 측정된 자료를 컴퓨터 통계프로그램인 'The SAS System 8.1'을 이용하였으며, Duncan검정을 이용하여 처리평균간을 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 토양기반재의 물리적·화학적 특성 조사결과

1) 토양경도 측정결과

토양경도는 식물이 발아 생육할 수 있는지의 여부를 판단하는 수치로서 23mm 이하일 때 식물의 발아 생육이 양호하게 나타난다(한국조경학회, 1999). 시험시공지의 각 공법별 토양경도는 표 5와 같다.

토양경도는 2회에 걸친 조사에서 4가지 공법

표 5. 토양경도 측정결과.

조사일	토양경도 (mm)			
	녹화공법 A	녹화공법 B	녹화공법 C	녹화공법 D
1차 조사 (2005. 8. 3)	12.7	10.2	13.2	11.4
2차 조사 (2005. 8. 19)	10.9	10.7	14.8	13.1
평 균	11.80	10.45	14.00	12.25

모두 10.2~14.8mm로 나타나 식물이 생육하기에 알맞은 토양경도 수치를 보였으며, 녹화공법 C 시험구에서 평균토양경도가 다소 높게 나타났다.

2) 토양산도 측정결과

토양의 산성 또는 알칼리성의 정도는 pH로 표현하는데 이는 토양내의 화학적인 반응 및 토양 생물 활동에 영향을 받는다(이천용, 1993).

일반적으로 우리나라 산림토양의 pH는 4.0~6.0으로 산성인데(이천용, 1993) 시험시공지의 토양산도 조사결과 평균 6.4~6.8의 범위를 보여 산림토양보다는 중성에 가까운 기반토양으로 분석

표 6. 토양산도 측정결과.

조사일	토양산도 (pH)			
	녹화공법 A	녹화공법 B	녹화공법 C	녹화공법 D
1차 조사 (2005. 8. 3)	6.8	6.7	6.6	6.3
2차 조사 (2005. 8. 19)	6.8	6.8	6.7	6.5
평 균	6.80	6.75	6.65	6.40

표 8. 발아개체수 조사결과.

녹화공법	1차조사(2005. 8. 3)	2차조사(2005. 8. 19)	평 균
녹화공법 A(본/m ²)	1,224	1,157	1,190.50
녹화공법 B(본/m ²)	1,076	1,114	1,095.00
녹화공법 C(본/m ²)	958	966	962.00
녹화공법 D(본/m ²)	1,358	1,227	1,292.50

되었다.

3) 토양습도 측정결과

일반적으로 토양습도는 강우가 내리는 지속 기간에 비례하여 나타나는데 1차조사에서는 토양습도가 매우 낮은 값을 보여 발아에 영향을 줄 것으로 조사되었으나 2차조사에서는 조사전날 강우가 있어 토양습도가 5.8~6.5%로 높게 나타났는데 녹화공법 D와 녹화공법 A에서 토양습도가 상대적으로 높게 나타나는 경향을 보였다. 특히 녹화공법 D와 녹화공법 A는 기반토양이 두껍게 부착되어 습도유지가 양호한 것으로 분석되었다.

표 7. 토양습도 측정결과.

조사일	토양습도 (%)			
	녹화공법 A	녹화공법 B	녹화공법 C	녹화공법 D
1차 조사 (2005. 8. 3)	1.2	0.9	0.6	1.5
2차 조사 (2005. 8. 19)	6.2	5.8	6.1	6.5
평 균	3.70	3.35	3.35	4.00

2. 발아개체수 조사결과

발아개체수의 1차조사에서 녹화공법 D가 1,358 본/m²으로 가장 높은 발아개체수를 보였으며, 다음은 녹화공법 A는 1,224본/m², 녹화공법 B는 1,076본/m², 녹화공법 C는 958본/m²으로 조사되었다.

2차조사에서도 역시 녹화공법 D가 1,227본/m²으로 가장 높은 발아개체수를 보였으며, 다음은

표 9. 식생 건중량 조사결과.

녹화공법	1차조사(2005. 8. 3)	2차조사(2005. 8. 19)	평 균
녹화공법 A(g/m ²)	7.02 b	6.59 b	6.80
녹화공법 B(g/m ²)	8.78 a	9.13 a	8.96
녹화공법 C(g/m ²)	5.64 c	6.23 b	5.93
녹화공법 D(g/m ²)	7.24 bz	6.47 b	6.86

²Means with same letter within column are significantly different at P=0.05 level by DMRT test.

녹화공법 A는 1,157본/m², 녹화공법 B는 1,114본/m², 녹화공법 C는 966본/m²으로 조사되었다.

따라서 시험시공지 평균발아개체수는 녹화공법 D는 1,292본/m², 녹화공법 A는 1,190본/m², 녹화공법 B는 1,095본/m², 녹화공법 C는 962본/m²으로 분석되어 녹화공법 D와 녹화공법 A가 우수한 발아개체수를 보이고 있었으며, 식물생육이 우수한 것으로 분석되었다.

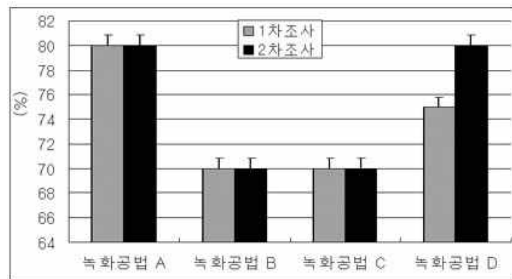


그림 1. 시험시공지 피복도 조사결과.

3. 식생 생육지수(건중량) 조사결과

비탈면 시험시공지에서 채취한 식생 건중량 조사결과는 표 9와 같다.

1차 조사에서 녹화공법 B시험구의 식생 건중량이 8.78g/m²으로 높게 나타났으며 이러한 경향은 2차 조사에서도 9.13g/m²으로 가장 생육이 우수하였으나 대부분 외래초종이 지나치게 우점하여 비탈면의 생태복원효과는 떨어지는 것으로 분석되었다. 식생평균건중량이 두 번째인 공법은 녹화공법 D로 6.86g/m², 녹화공법 A는 6.80g/m²으로서 비교적 생육이 양호하게 분석되었다.

4. 피복도 조사결과

시험시공지 피복도 조사결과 1차, 2차 조사 모두 녹화공법 D와 녹화공법 A의 피복도가 다소 높게 나타나는 경향을 보였으며, 녹화공법 B와 녹화공법 C는 다소 피복도가 낮은 값을 보이고 있었다.

그림 1에서와 같이 시험시공지 피복도는 녹화

공법 D를 제외하고 1차, 2차조사에서 큰 차이를 나타내고 있지 않은데 녹화공법 D와 녹화공법 A의 평균피복도는 77.5%와 80%로 점차 피복도가 증가하고 있었고, 녹화공법 B와 녹화공법 C는 주로 외래종에 의한 피복상태를 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

5. 가시적 평가 조사결과

시험시공지의 가시적 평가는 시험시공 4개월 후인 2005년 4월 30일부터 1개월 간격으로 5회에 걸쳐 실시하였고 결과는 표 10과 같다.

녹화공법 A는 6월~7월에 걸쳐 하고 현상이 나타났으나 전반적으로 양호한 식생 생육과 피복도를 보였으며, 녹화공법 B는 식생 발아가 늦은 경향을 보이고 여름철 하고현상이 있었으나 생육은 양호하였다. 녹화공법 C는 시험시공 7개월 이후 양호한 식생 생육 상태를 보였으나 전반적으로 식생 발아가 늦고 생육이 불량하였다. 녹화공법 D는 여름철 부분적으로 식생이 황변하였으나

표 10. 시험시공지 가시적 평가 조사결과.

조사일	가시적 평가			
	녹화공법 A	녹화공법 B	녹화공법 C	녹화공법 D
2005년 4월 30일 (시공 4개월 후)	시험시공지 전반적으로 고른 피복도를 보이나 표 면색이 불균일함	식생 발아가 부분적으로 이루어짐	식생 발아가 거의 이루어 지지 않은 상태를 보임	식생 발아 및 생육 상태가 좋아 시험시공지 전반적으 로 고른 피복도를 보임
2005년 5월 30일 (시공 5개월 후)	계속적으로 양호한 식생 생육 및 피복도를 보임	식생 발아가 많이 이루어 졌으나 부분적으로 나지 가 보임	50% 정도의 식생 피복도를 보였으며 부분적으로 나지 가 보여 지저분해 보임	계속적으로 양호한 식생 생육 및 피복도를 보임
2005년 6월 30일 (시공 6개월 후)	시험시공지 전반적으로 황변현상을 보여 황변함	부분적으로 식생이 황변함	100% 피복이 이루어지지 않으며 발아된 식생 일부 분은 황변현상 보임	부분적으로 식생이 황변함
2005년 7월 28일 (시공 7개월 후)	황변현상이 사라져 좋은 피복도와 표면색을 보임	시험시공지 전반적으로 하고 현상으로 인한 황변 현상이 나타남	식생 생육이 많이 좋아졌 으며 표면색도 짙은 녹색 을 띠	황변현상이 사라져 좋은 피복도와 표면색을 보임
2005년 8월 19일 (시공 8개월 후)	시험시공지 전반적으로 좋은 식생 생육과 피복 도를 보임	하고현상이 많이 회복되 었으나 부분적으로 황변 현상이 나타남	시험시공지 전반적으로 양호한 식생 생육을 보였 으나 부분적으로 나지 상 태가 나타남	시험시공지 전반적으로 좋은 식생 생육과 피복도 를 보임

전체적으로 가장 좋은 식생 발아 및 생육상태를 보였다.

표 11에서와 같이 시험시공지의 출현식물 조사 결과 모든 시험구에서 파종 식물이 발아하였으며 녹화공법 D와 녹화공법 A는 재래초종과 외래초종, 초본과 관목이 조화롭게 자라는 것으로 조사

6. 출현식물 조사결과

시험시공지의 출현식물 조사결과는 표 11과

표 11. 시험시공지 출현식물 조사결과.

조사일	식물 종류 및 종수			
	녹화공법 A	녹화공법 B	녹화공법 C	녹화공법 D
파종 식물	-Tall fescue -Creeping red fescue -Perennial ryegrass -참싸리 -비수리	-Tall fescue -Ky-31	-Tall fescue -Creeping red fescue -Perennial ryegrass -비수리 -참싸리 -쭉	-Tall fescue -Kentucky bluegrass -Perennial ryegrass -비수리 -참싸리 -안고초 -자귀나무 -낭아초
침입 식물	-강아지풀 -쭉	-쭉 -강아지풀 -명아주 -환삼덩굴	-명아주 -피 -토마토 -강아지풀	-강아지풀 -명아주
총 식물종수	7 종	6 종	10 종	10 종

표 12. 비탈면 시험시공지 균열 및 세굴 상태 조사결과.

	균열 및 세굴 상태			
	녹화공법 A	녹화공법 B	녹화공법 C	녹화공법 D
균열 및 세굴 상태	-	-	균열 5~10cm 크기로 발생	-

되었다. 그러나 녹화공법 B와 녹화공법 C는 외래종이 우점하고 재래종의 생육이 미약하여 종다양성이 떨어졌다.

외부에서 침입한 식물로는 강아지풀, 쑥, 명아주, 피, 환삼덩굴, 토마토 등으로 조사되었다.

7. 비탈면 균열 및 세굴 상태

비탈면 시험시공지의 균열 및 세굴 상태는 표 12와 같다.

표 12에서와 같이 녹화공법 A, 녹화공법 B, 녹화공법 D는 식생기반재의 세굴 및 균열상태가 없었으나 녹화공법 C는 식생기반재에서 균열이 나타나 비탈면의 표면보호 측면에서 장애가 되는 것으로 분석되었다.

IV. 결 론

이 연구의 대상구간은 “포항시관내 국도대체우회도로(문덕-우복)건설공사” 현장으로 이 지역의 지질층은 포항 이암층과 화강반암 계열의 비교적 양호한 암체가 혼재되어 있으며, 이암층이 매우 불규칙하게 분포하고 있을 뿐만 아니라 두 암체의 경계가 뚜렷하지 않은 상태로 일반 발파암의 경사를 적용시 안정성이 확보되지 않은 상태로 평면 및 쉐기파괴 등의 가능성이 나타나 장기적인 안전성 확보를 위해 비탈면을 보호하고, 환경친화적으로 녹화하기 위한 녹화공법의 검토가 필요하다.

1) 시험시공은 기존에 설계되어 있는 녹화공법 C 외에 암절토비탈면에 많이 이용되고 있는 녹화공법 A, 녹화공법 B, 녹화공법 D 등 3가지 녹화

공법을 추가적으로 시험시공 하였으며 사용종자는 페레니얼라이그래스, 캔터키블루그래스, 툴웨스큐, 비수리, 안고초, 참싸리, 알팔파, 쑥 등을 사용하였다

2) 토양의 물리화학적특성 조사결과 4가지공법 모두 평균토양경도는 10.45~14.00mm, 평균 토양산도는 pH 6.40~6.80, 평균토양습도는 3.35~4.00%의 범위를 보여 식물생육에 양호한 기반재 특성을 보였다.

3) 시험시공지 발아개체수 조사결과 녹화공법 D, 녹화공법 A, 녹화공법 B 시험구의 평균 발아개체수가 각각 1,292본/m², 1,190본/m², 1,095본/m²으로 조사되어 녹화공법 C 시험구에 비하여 높은 경향을 보였다.

4) 식생 생육지수(건중량) 조사결과 외래초종의 우자람 영향으로 녹화공법 B 시험구의 식생 평균건중량이 8.96g/m²으로 가장 높게 나타났으며, 다음은 녹화공법 D 시험구의 식생평균건중량이 6.86g/m²으로 조사되었고, 나머지 공법의 식생 평균건중량은 5.93~6.80g/m²을 보였다.

5) 비탈면 피복도 조사결과 1차, 2차 조사 모두 녹화공법 A와 녹화공법 D의 평균피복도가 80%와 77.5%로 나타나 녹화공법 B와 녹화공법 C에 비하여 다소 높게 나타나는 경향을 보였다.

6) 가지적 평가 조사결과 녹화공법 A는 6월~7월에 걸쳐 하고현상이 나타났으나 전반적으로 양호한 식생 생육과 피복도를 보였으며, 녹화공법 B는 식생 발아가 늦은 경향을 보이고 여름철 하고현상이 있었으나 생육은 양호하였다. 녹화공법 C는 시험시공 7개월 이후 양호한 식생 생육상태를 보였으나 전반적으로 식생 발아가 늦고 생육이 불량하였다. 녹화공법 D는 여름철 부분

적으로 식생이 황변하였으나 전체적으로 가장 좋은 식생 발아 및 생육상태를 보였다.

7) 시험시공지 출현식물 조사결과 모든 시험구에서 파종 식물이 발아하였으며 녹화공법 D와 녹화공법 A는 재래초종과 외래초종, 초본과 관목이 조화롭게 자라는 것으로 조사되었다. 그러나 녹화공법 B와 녹화공법 C는 외래종이 우점하는 결과를 보였다. 외부에서 침입한 식물로는 강아지풀, 쑥, 명아주, 피, 환삼덩굴, 토마토 등이 조사되었다.

8) 비탈면 균열 및 세굴 상태 조사결과 녹화공법 C에서만 식생기반재 일부분이 갈라지는 현상을 보였으며, 다른 공법에서는 식생기반재의 균열이나 탈락이 발생하지 않았다.

9) 이상과 같이 시험시공지 주변 산림환경, 기반토양분석, 토양의 물리화학적특성, 녹화식물 발아특성, 식생생육지수 분석결과, 피복도 분석결과, 종다양도 분석결과, 가시적 평가결과, 비탈면 균열 및 세굴 상태 등을 종합적으로 고려하여 볼 때 환경친화적인 비탈면 녹화를 위하여 제일 양호한 녹화공법 D는 대절토비탈면(H=20m이상)에 적용하는 것이 비탈면 안정성 확보 및 가시적 기대효과가 클 것으로 예상되며, 상대적으로 높이가 적은 중규모의 비탈면(H=10~20m)구간은 비탈면 안정성 확보와 경제성 등을 고려하여 녹화공법 A를 적용하고, 소규모의 절토비탈면(H=10m이하)구간은 비탈면 안정에 큰 위험요소가 없으므로 녹화공법 B로 시공하는 것이 바람직하리라 생각된다.

인 용 문 헌

건설교통부. 2005a. 건설교통부 도로현황조사.
 건설교통부. 2005b. 비탈면 녹화설계 및 시공잡정 지침.
 건설교통부. 2002. 포항시 국도대체우회도로(문덕-우북)건설공사 토질조사보고서.
 김남춘. 1990. 도로비탈면 녹화에 사용되는 주요

초본식물의 지하부 생육이 토양안정에 미치는 효과에 관한 연구. 한국조경학회지 18(2) : 45-55.

김남춘. 1991. 녹화식생의 생육이 사면녹화 및 경관조성에 미치는 효과에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.

김형기. 1994. 잔디학. 선진문화사.

농사원시험국. 1961. 토양보전편람.

우보명의 18인. 1997. 산림공학. 광일문화사.

우보명. 2003. 훼손지 환경녹화공학. 서울대 출판부.

이재필. 1995. 도로사면녹화를 위한 식생배합에 관한 연구. 건국대학교 대학원 석사학위논문.

이천용. 1993. 산림환경토양학. 보성문화사.

장용배. 1994. 절토법면 녹화공법에 관한 연구. 한양대학교 환경과학대학원 석사학위논문.
 한국도로공사. 1995. 고속도로 절토 비탈면 녹화공법 연구.

한국도로공사. 1998. 고속도로공사 전문시방서.

한국도로공사. 1997. 도입초종이 주변식생에 미치는 영향에 관한 연구.

한국조경학회. 1999. 조경설계기준.

한국토지개발공사. 1987. 분사부착 방법에 의한 법면녹화공법. 한국토지개발공사 기술연구소.

龜山章. 1976. 道路周邊による周邊植生への影響. 應用植物社會學研究 5 : 75-93.

龜山章. 1977. 高速道路のり面の植生遷移について (I). 造園雜誌 41(1) : 23-33.

龜山章. 1978. 高速道路のり面の植生遷移について (II). 造園雜誌 41(4) : 2-15.

龜山章 · 倉畑益二郎 · 品川正義 · 近藤三雄 · 小橋澄治. 1983. 郷土の自然と調和する綠化工技術を考える. 綠化工技術(日本綠化工研究會) 10(1) : 27-30.

平野英樹. 1991. 最新斜面 · 土留め技術總覽. 産業技術サービスセンター.