

충청남도 민유임도에 적용된 공종의 변화 및 개선방안에 관한 연구

이준우^{1*} · 김주백² · 최윤호³ · 김명준³ · 박범진⁴ · 박종민⁵

¹충남대학교 환경임산자원학부, ²대전산림조합, ³충남대학교 대학원, ⁴치바대학교, ⁵전북대학교 산림과학부

A Study on the Change of Work and Improvement in the Private Forest Road of Chungcheongnam Province

Joon Woo Lee^{1*}, Ju Baek Kim², Yeon Ho Choi³, Myeong Jun Kim³ and Bum Jin Park⁴

¹Division of Environmental Science & Resources, Chungnam Nat'l Univ., Daejeon 305-764, Korea

²Daejeon Forestry Cooperative Federation, Boryeong 704-800, Korea

³Graduate School, Chungnam Nat'l Univ., Daejeon 305-764, Korea

⁴Center for Environment, Health and Field Sciences, Chiba Univ. Chiba 277-0882, Japan

⁵Faculty of Forest Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

ABSTRACT : In my study, I analysed and criticised the change of applied works based on a design drawing of a private forest road in Chungcheongnam province from 1990 to 2003. The aim of this study is to obtain the fundamental resources for establishment of the green forest road which is environment friendly. Working expenses of forest road were gradually increased by a business year. In particular, the working expenses dramatically increased in 1999-2000. In change rate of cost of construction by works, earth work rate of the cost of constructions was declined: from 25.4% in 1990-1999, to 18.5% in 2000-2003. However, the total cost of the construction of slope protection work and structural work increased. Nevertheless the rate of the cost of constructions were not increased where as the earth work rate of the cost of constructions were reduced. The rate of the price construction materials and the cost of construction was the main causes which was led by the extension of the standard requirement of applied work and the increase of the materials of applied work. In other word, materials of structural work and slope protection work increased. If the increase of the cost of construction has seem through the increase of contractual materials and extension of the standard requirement would led to weak competitiveness of forest road. Therefore, diverse method of constructions need to apply and a new method should be developed.

Keywords : Working expense, Cost of construction, Earth work

서 론

임도는 합리적인 임업경영 및 효율적인 산림관리 등 임업을 위하여 개설되는 도로로써, 산림재해에 대해 신속한 대처를 가능케 하고 산간오지마을을 연결함으로써 지역교통을 개선하며 지역산업의 진흥에 기여한다. 또한, 국민들이 보다 쉽게 산에 접근하여 산림휴양을 영위하도록 함으로써 국민보건휴양에 기여하는 등 산림에서 없어서는 안될 필수적인 사회간접자본시설로 자리잡고 있다(차두송과 이준

우, 1992). 우리나라는 1980년대에 산지녹화가 성공적으로 마무리되어 조림의 시대를 벗어나 합리적인 산림경영의 필요성이 증대되었으나 급격한 산업화와 도시화로 인하여 임업에 대한 투자가 감소하고 종사할 수 있는 임업노동력의 부족 및 고령화현상이 심화되어 임업경영의 합리화를 도모하기에 어려움이 발생하였다. 따라서 산림경영의 기반시설이라 할 수 있는 임도개설의 중요성과 필요성에도 불구하고 임도가 절대적으로 부족하였기 때문에 임도개설을 조기 확충하고자 1991년부터 매년 1,000 km 이상의 임도를 건설

하여 1990년 말 2,585 km에 불과하던 임도가 2002년에는 임도 총연장이 15,356 km에 달하게 되었다(산림청, 2003). 그러나 우리나라의 임도밀도는 2.3 m/ha로서 독일의 40 m/ha, 뉴질랜드 42 m/ha, 미국 10 m/ha, 캐나다 11 m/ha, 일본 5 m/ha 등 임업선진국에 비하면 아직까지 빈약한 실정임으로 임도개설의 확충이 불가피한 실정이다. 한편 정부의 이러한 임도확충 정책에 따라 충청남도에서는 1984년부터 임도를 개설하기 시작하여 2003년까지 총 1,046 km의 임도를 개설하여 약 2.4 m/ha의 임도밀도를 나타내고 있다.

하지만 그동안 물량확대 우선 정책과 부족한 시공단비로 무리하게 임도를 시공함으로 인해 견실한 임도개설이 이루어지지 못하였고, 그로 인해 임도에서 토사유출과 사면붕괴 등의 피해가 발생하기도 하였다. 또한 최근에는 사회적으로 자연환경보전에 관한 관심이 높아지면서 임도개설에 대한 비판적 시각도 많아졌다. 이에 따라 산림청에서는 1999년부터 환경친화적인 임도개설 정책으로 전환하여 물량위주에서 품질우선으로 전환하였으며, 현실사업비를 적용하여 임도의 다목적 기능을 충분히 발휘하면서도 경관과 생태계가 유지되는 견실한 임도를 시공하기 위해 노력하고 있다(산림조합중앙회, 2000).

앞으로도 자연환경과 산림자원의 중요성과 더불어 임도의 필요성이 고조됨에 따라 정부에서는 2030년까지 임도밀도를 10 m/ha까지 끌어올릴 계획으로서 현재까지 개설한 임도의 4배를 더 개설해야 할 실정이다. 그러나 과거와 같이 불안정한 임도를 개설한 후 임도구조개량사업 및 보수사업비 등으로 사업비를 재 투입한다면 국가적인 예산낭비라고 볼 수 있다. 따라서 지난 과거부터 현재까지 임도개설시 나타난 장점은 더욱 발전시키며, 일부 미흡한 부분에 대하여는 지속적인 연구·개발을 통해 수정·보완함으로써 더욱 안전하고 견고한 환경친화적인 녹색임도를 구현해야 할 필요성이 있다.

이에 본 연구는 충청남도 민유임도를 대상으로 1990년부터 2003년까지 시공된 임도에 대해 임도설계서를 검토·분석하였다. 특히 사업비의 변화, 공사원가계산서의 요율 변화 그리고 공사비 공중별 비율 변화를 분석하였으며, 각 공중별 특이사항 변화에 대하여 분석하고 평가를 통해 개선방향을 수립함으로써, 환경친화적인 녹색임도시설 및 구조개량이 이루어 질 수 있도록 기초자료를 제공하고자 하는데 본 연구의 목적이 있다.

재료 및 방법

조사대상

충청남도의 임도는 1984년 금산군이 최초로 5.44 km를 개설하기 시작하였으며, 2003년까지 개설한 민유임도의 총연장은 1,046 km이다. 이중 본 연구에서는 충청남도내 15개 시·군과 휴양림관리소에 1990년부터 2003년까지 개설된 임도시설 총 913.8 km를 대상으로 하였다. 하지만 설계서 보존기간이 3년이라는 점이 자료확보에 제약사항으로 작용하여, 전체 시설거리 913.8 km 중 525.7 km에 해당하는 임도의 설계서를 확보하여 분석하였다.

조사방법

1990년도부터 2003년도까지 개설한 충청남도 민유임도를 대상으로 임도설계서를 주요 공중별로 분류하여 Microsoft Excel에 자료를 입력하여 단순비교법을 통해 사업비의 변화, 공사원가계산서의 요율 변화, 공사비 공중별 비율 변화, 그리고 공중별 특이사항 변화에 대하여 분석하였다.

결과 및 고찰

임도사업비 변화

정부의 민유임도 실행사업비는 1990년도 약 2,227만원/km에서 1999년도 약 7,213만원/km로 증가되었으며, 2000년도를 기점으로 크게 증가하여 2003년도에는 약 1억2천만 원 정도에 이르는 것으로 조사되었다. 또한 정부의 임도사업비 증가와 비례하여 충청남도 임도사업비도 증가하였는데, 충청남도 임도사업비는 1990년도 2,350만원/km에서 2003년도 약 10,430만원/km으로 증가하였다(그림 1 참조). 이는 2000년부터 도입된 환경친화적인 임도시설 정책으로 인해 물량위주의 정책을 지양하고, 사업단비의 개념은 없어졌으며 현실사업비가 적용되었기 때문이다.

하지만 충청남도 민유임도 사업비는 전국 국유임도 및 민유임도 사업비에 비해 다소 낮은 것으로 나타났다. 특히 김명환(2001)의 연구에 따르면 1999년에 시공된 강원도 춘천시 사북면 국유임도는 km당 9,400만원, 강릉시 사천면 민유임도는 km당 7,500만원의 사업비가 소요된 것으로 나타났다. 2003년도 강원도에서 신설된 3개 민유임도의 경

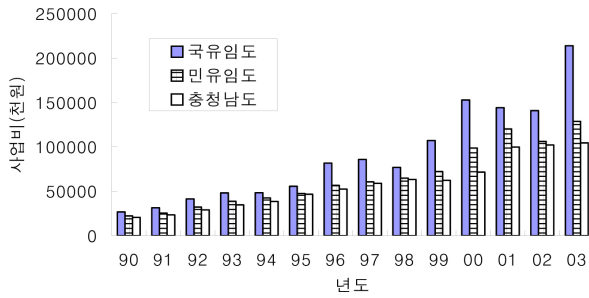


그림 1. 임도 실행사업비 변화 추이(km당).

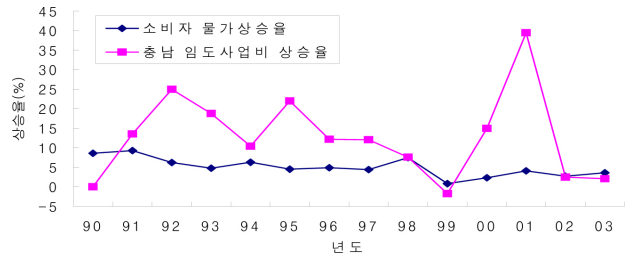


그림 2. 소비자물가 및 임도단비 상승률.

우 km당 1억3,600만원에 이르는 것으로 나타나 충남에 비해 3,000만원 정도 사업비가 높은 것으로 나타났다. 이와 같이 충청남도의 사업비가 낮은 이유는 본 연구결과가 사업 결과 후 사업비를 나타낸 결과로서 충청남도의 지리적인 조건이 여타 지역에 비해 양호하기 때문인 것으로 판단된다.

한편 일본의 경우 1999년 현재 광역기간임도의 공사비는 km당 약 16억원이며, 보통임도는 약 10억원/km, 봉월(峰越)연결임도는 약 12억원/km로 나타났으며, km당 임도포장 사업비의 경우는 약 3억원으로 나타났다(森林科學研究所, 2000).

특히 소비자 물가상승률 대비 충청남도 임도사업비 상승률을 살펴보면 1990년부터 2003년까지의 소비자 물가상승률이 0.8~8.6%으로 큰 변화가 없으나 충청남도 임도단비 상승률은 1999년에 -1.73%에서 2001년에 39.45%에 이르기까지 큰 폭의 변화를 보이고 있다(그림 2 참조). 이는 임도사업비가 현실화가 이루어지지 않고 km당 사업비를 적용하다가 환경친화적인 녹색임도정책에 의하여 2000년과 2001년에 사업비가 대폭 증가하였기 때문이라 판단된다. 임도사업비의 현실화가 이루어진 2002년과 2003년도 임도사업비 상승률이 물가상승률과 큰 편차 없이 증가율을 보이는 것으로 보아 앞으로도 물가상승률과 유사한 경향을 나타낼 것으로 예상된다.

하지만 이와 같이 물가상승률과 유사한 공사비의 상승에 있어서는 몇가지 유의해야 할 사항이 있다. 즉, 현재 임도의 경우 도로개설 후에도 지목상 임(林)을 유지하므로 보상비가 따로 책정되지 않고 있다. 이는 공사비의 절감차원에서 매우 긍정적으로 평가할 수 있지만 향후 임도편입에 대한 보상심리가 대두될 수 있으며, 현재도 많은 문제가 되고 있는 임도 진출입부(산림지역이 아닌 지역)의 보상문제가 보다 심각하게 대두될 수 있으므로 이에 대한 고려가 필요할 것이다.

공무원가계산서의 요율 변화

공무원가계산서의 간접노무비 요율은 1990년부터 14%이었으나 2003년에 10.8%로 감소하였고, 산재보험료 요율은 2.9~3.7%의 범위내에서 변화하였으며, 안전관리비 요율은 2.48%로 변화가 없었다. 고용보험료는 실직근로자가 구직활동을 하는 기간동안 생계지원을 위한 실업급여 지급 뿐만 아니라 근로자의 직업능력개발을 위한 훈련과 교육을 지원하고 실업예방과 고용촉진을 위하여 실시하는 사전적이고 적극적인 고용정책 수단이다. 국가가 고용정책을 수행하기 위하여 보험의 원리와 방식을 도입하여 법률에 의하여 보험가입과 보험료의 납부가 의무화되고 실업이라는 보험 사고에 대하여 근로자와 사업주를 지원하는 공적인 사회보험제도인 고용보험료가 신설되었으며, 그 요율은 표 1과 같이 변화되고 있는 것으로 나타났다. 반면 일반관리비의 요율과 이윤의 요율은 각각 6%, 15%로 동일하게 유지되고 있다.

공사비 공종별 비율 변화

임도 공종별 공사비의 변화를 파악한 결과 표 2에서 보는 바와 같이 임도사업비의 비중이 1990년부터 1999년까지 개설된 임도는 노선 굴진의 토공사비비 평균비율이 25.4%에서 2000년부터 2003년까지 평균비율은 18.5%로 감소되었다. 특히 2003년만의 토공비율은 13%에 불과할 정도로 그 비중이 매우 줄어든 것으로 나타났다.

이는 충청남도와 지형적인 조건이 상이한 지역과는 매우 다른 결과로서 김명환(2001)의 연구결과에 따르면 1999년도 강원도 강릉시 민유임도 4.04 km 구간의 공사비 분석 결과, 토공 29.3%, 구조물공 13.3%, 비탈면 보호공 56.5%로 나타났으며, 대규모 암지역을 통과한 1999년도 강원도 춘천시 국유임도 9.16 km의 경우는 토공의 비율이 무려

표 1. 공사비원가계산의 적용 요율 변화

(단위 : %)

년도	간접노무비*1	산재보험료*2	안전관리비*3	고용보험료*4	일반관리비*5	이윤*6
1990	14.0	2.9	2.48		6	15
1991	14.0	2.9	2.48		6	15
1992	14.0	3.4	2.48		6	15
1993	14.0	3.4	2.48		6	15
1994	충청남도	14.0	3.4	2.48	6	15
	국유임도	11.5	3.4	2.48	5	11
	농어촌도로	14.7	3.4	2.48	6	15
1995	14.0	2.8	2.48		6	15
1996	14.0	2.8	2.48		6	15
1997	14.0	3.2	2.48		6	15
1998	14.0	2.9	2.48		6	15
1999	14.0	3.6	2.48	0.50	6	15
2000	14.0	3.7	2.48	0.65	6	15
2001	14.0	3.4	2.48	0.65	6	15
2002	14.0	3.3	2.48	0.74	6	15
2003	10.8	2.9	2.48	0.56	6	15

※ 간접노무비, 일반관리비, 이윤의 적용요율은 적용가능 최대치
 *1 간접노무비 : 직접노무비 × 적용요율(간접노무비율기준 : 토목공사, 공사기간 6개월 미만, 공사금액 1억원 미만)
 *2 산재보험료 : 노무비 × 적용요율(총공사금액 2천만원 이상 건설공사에 적용)
 *3 안전관리비 : (재료비+직접노무비) × 적용요율
 *4 고용보험료 : 노무비 × 적용요율
 *5 일반관리비 : (재료비+노무비+경비) × 적용요율
 *6 이윤 : (노무비+경비+일반관리비) × 적용요율

86.6%, 구조물공 12.7%, 운반공 0.5% 등으로 나타나 충남 지역에 비해 토공의 비율이 매우 높은 것으로 나타났다. 하지만 2003년도 강원도에 시공된 민유임도 3개소에 대한 조사결과 토공의 비율이 20% 정도로 줄어든 것으로 나타났다. 또한 구조물공과 비탈면 보호공도 각각 21%, 18%로 충청남도 민유임도와 유사한 것으로 나타났다. 아울러 강원도의 지형적인 특성상 개별공사에 따라 토공의 비율 변화 폭이 큰 것으로 나타났으며, 토공의 비율에 따라 여타 구조물공과 비탈면 보호공의 공사비도 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 이는 충청남도 임도시공에 있어서도 암의 유무나 지형적인 조건에 따라 토공의 비율이 크게 변화할 수 있음을 시사하는 것으로 노선선정시 세심한 주의를 기울여야 하며, 암반지대로 의심되는 지역의 경우는 보링을 실시하여 암절취 비용을 충분히 산정하는 등 사업비 부족현상이 발생하지 않도록 설계에 충분히 반영해야 할 것이다.

반면 충청남도의 경우 토공의 비율이 감소된 것에 비해 구조물공과 비탈면 보호공의 비율은 총액의 대폭적인 상승에도 불구하고 거의 증가하지 않은 것으로 나타났다. 이의

직접적인 원인으로는 물가상승과 적용구조물의 규격확대 및 적용물량의 증가에 따른 자재대의 비율과 제경비의 상승에 기인한 것으로 판단된다. 특히 자재대의 증가는 구조물공이나 비탈면 보호공의 증가에 영향하므로 전체적으로는 구조물공과 비탈면 보호공의 증가가 이루어진 것으로 판단된다. 하지만 환경친화적인 녹색임도 정책이 실시된 2000년도 이후에도 공법의 다양화보다는 구조물의 적용물량 증가와 규격확대가 주를 이루고 있어 향후 임도시공 노하우의 약화를 초래할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 다양한 공법의 적용과 개발노력이 요구된다고 할 수 있다.

주요 공종별 분석

토공

임도개설 초기에는 공사비가 저렴한 불도저가 주로 이용되었으나 1995년부터는 불도저와 굴삭기를 혼용하여 설계에 반영하였고, 2001년부터는 굴삭기만 이용한 공정으로 설계가 변화되었다. 설계시 일반적인 굴삭기의 기종은 0.7 m³

표 2. 공사비 공종별 비율 변화(km당 사업비)

(단위: 천원)

년도	조사거리	총사업비	토공	비탈면보호공	구조물공	운반공	사급자재	관급자재	제경비
1990	10.7	20,619	5,066	4,022	7,681	674	1,516	-	1,659
비율(%)		100	25	20	37	3	7	-	8
1991	38.1	23,409	6,437	3,664	6,956	849	1,603	266	3,634
비율(%)		100	27	16	30	4	7	1	16
1992	40.9	29,251	3,656	6,867	9,809	1,896	2,170	-	4,853
비율(%)		100	12	23	34	6	7	-	17
1993	31.0	34,745	5,678	5,425	12,153	2,197	2,887	-	6,404
비율(%)		100	16	16	35	6	8	-	18
1994	44.5	38,364	9,509	4,346	11,285	1,973	4,232	-	7,018
비율(%)		100	25	11	29	5	11	-	18
1995	72.7	46,808	12,241	4,877	13,451	1,904	6,999	-	7,335
비율(%)		100	26	10	29	4	15	-	16
1996	41.5	52,516	20,809	5,132	12,257	2,096	3,685	1,825	6,711
비율(%)		100	40	10	23	4	7	3	13
1997	65.6	58,860	14,311	4,980	16,762	2,258	8,016	1,299	11,233
비율(%)		100	24	8	28	4	14	2	19
1998	56.4	63,336	21,724	6,194	14,532	2,878	7,110	438	10,461
비율(%)		100	34	10	23	5	11	1	17
1999	54.8	62,241	15,776	5,952	15,690	3,603	9,861	1,463	9,895
비율(%)		100	25	10	25	6	16	2	16
2000	22.9	71,558	14,195	7,453	20,344	3,637	11,621	164	14,145
비율(%)		100	20	10	28	5	16	0	20
2001	20.5	99,785	22,368	17,493	24,730	3,834	14,022	529	16,809
비율(%)		100	22	18	25	4	14	1	17
2002	19.1	102,240	19,250	23,846	21,082	3,279	12,576	561	21,645
비율(%)		100	19	24	21	3	12	1	21
2003	6.8	104,385	13,756	10,066	28,449	5,415	10,077	8,312	28,309
비율(%)		100	13	10	27	5	10	8	27
강원도 2003	5.39	136,253	27,747	25,120	28,170	1,256	1,496	16,842	35,622
비율(%)		100	20	18	21	1	1	12	26

를 주로 반영하였으며 2003년 시공비는 1,860원/m³이고, 현지에서 시공시에는 약 1.3배의 작업능률을 보이는 1.0 m³(이준우와 박범진, 1998)를 혼용하여 사용하고 있다. 또한 암석 절취에 사용되는 공법인 발파공은 임도 하단부 산지를 훼손시키고 환경을 파괴하는 등 부작용이 많이 발생하였기 때문에 1996년도부터는 발파와 크롤러드릴을 이용한 발파와 브레이커를 이용한 암석절취를 혼용하여 설계하였고, 최근에는 환경파괴 예방과 경관적 가치가 중요한 지역 등 특수한 지역에서 훼손을 최소화하도록 브레이커만을 이용한 설계를 하고 있다.

임도 개설시 측점별로 절·성토작업을 실시 후 남는 토사

에 대하여 그대로 방치할 경우 호우시 토사유출이 되어 성토사면유실, 배수구 및 계곡부 매물, 산사태 등이 발생할 수 있기 때문에, 노면의 안정뿐만 아니라 하부식생이 훼손되지 않고 경관이 보존될 수 있도록 남는 토량은 적정한 장소에 사토장을 선정하여 운반사토로의 처리가 필요하다. 이에 산림청에서는 급경사지 또는 경관보존이 필요한 지역에는 운반사토를 의무화하여 사토장을 설치하도록 하였으며, 2000년도 이후부터 본격적으로 운반사토가 설계에 반영되어 실시되고 있다(산림청, 2001).

그러나 사토장에 대한 설계반영은 산지특성상 경사가 완만한 부지선정의 문제점과 사토장 조성후 토사유출 방지에

따른 구조물 시설의 비용증가 등 일부 문제점이 있으므로 이에 대한 개선노력이 필요하다. 따라서 최선책으로서 노선 선정시 훼손을 최소화하고 토양의 배분을 유의하여 설계할 필요가 있다. 즉, 토사의 잘못된 배분은 공사비의 확대를 야기하는데 일본의 全国林業改良普及協會(1998)에 따르면 노폭이 4 m에서 3.5 m로 줄어들 경우 100 m당 457만원 정도의 비용감소 효과가 있는 것으로 보고하였다.

비탈면 녹화공

비탈면의 길이는 산지사면 기울기와 밀접한 관계가 있으며 노면의 안정에 영향을 크게 미치는 것으로 나타나 있다. 특히 임도개설에 따른 침식의 약 80% 이상이 비탈면에서 발생하며, 임도개설 초기에 상당량의 토양이 침식되는 것으로 조사되었기 때문에 안전한 임도를 시설하기 위하여 비탈면을 조속히 녹화시키는 것이 중요하다고 할 수 있다 (Burroughs and King, 1989; 정도현, 1995).

이에 충청남도 임도시공에 있어서도 초기의 줄떼심기 정도에서 줄파종, Seed spray, 목책, 나무식재, Coir net 덮기, 벗길거적덮기, 종비토뿌어붙이기 등으로 다양한 녹화공이 실시되어 왔다. 그리고 현지에 적합한 공종을 선택하여 설계에 반영하고 있으나 주로 Seed spray를 사용하고 있으며, 초본류 종자는 과거 외래도입종이 주를 이루었으나 1999년부터 자생초종인 참싸리, 안고초 등을 혼합해 사용하여 경관이나 환경보전에도 노력을 기울이고 있다.

배수구조물

횡배수관은 임도노면과 사면 및 집수구역의 유수를 임도 밖으로 배수시키기 위한 구조물로서 흙관, 철판매입파형관 등을 지중에 매설하고 유입구와 유출구를 날개벽 등으로 처리하는 구조물이다. 그림 3에서 보는 바와 같이 1990년도 초에는 450 mm 이하의 배수관도 사용하였으나 낙엽과 나뭇가지 등의 퇴적물에 의해 유수의 유입구가 막히는 경우가 종종 발생하여 문제를 야기한 바 있어 1993년도부터는 특수한 경우를 제외하고는 사용하지 않고 있다. 이후 1993년부터 600 mm 이상의 배수관을 일반적으로 사용하였으며 1997년도부터 800 mm 이상의 배수관 사용이 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 2002년 태풍루사와 2003년 태풍 매미의 집중호우로 인한 피해가 막대하게 나타나 그같은 태풍 피해를 최소화하기 위해 배수구조물 물량을 늘리고 규격을 확대한데 기인한다. 현재 집중호우로 인한 피해를 최소

화하기 위하여 구조물의 통수단면을 과거 30년에서 50년 홍수량확률빈도로 상향 조정하고 최대통과수량의 1.5배 이상으로 설계하고 있다.

일반적으로 임도의 횡배수관 재료는 원심력 철근콘크리트관, 철판매입파형관, 파형강관 등이 사용된다. 원심력 철근콘크리트관은 재료비가 싼 반면 무거워 운반 및 시공에 어려움이 따르고, 철판매입파형관은 재료가 가벼워 시공하기는 쉬우나 산불에 취약하여 전소되기 쉽다. 반면 파형강관은 내구수명이 길고 외압강도가 강하며 중량이 가벼워서 운반 및 시공이 간편하고 제품길이가 주문에 의하여 15 m 까지 생산되므로 이음없이 배수관을 매설할 수 있는 장점이 있으나 재료비가 고가인 단점이 있다. 1990년과 1993년도에는 횡배수관으로 원심력 철근콘크리트관으로만 설치하였으나 다른 해에는 철판매입파형관이나 파형강관을 사용하고 있다. 충청남도 임도에서는 내구성이 강하고 영구적이며 산불에도 강하고 가격이 저렴하면서 생산거점이 다양해 원심력 철근콘크리트관을 주로 사용하고 있는 것으로 나타났다. 하지만 향후 파형강관의 재료비가 인하되어 원심력 철근콘크리트관 시설비와 유사한 수준이 되면 횡배수관의 재료로서 장점이 많은 파형강관의 사용이 증가할 것으로 예상된다.

그림 4에서 보는 바와 같이 횡배수관의 설치간격이 1990년부터 1994년까지는 약 170~240 m이었으나, 점차 줄어들어 100~150 m 간격마다 설치되는 것으로 나타났다. 이는 배수관의 규격확대와 더불어 설치간격을 줄임으로서 유수의 처리량과 처리속도를 높이고자 하는 것으로 최근들어 발생하는 국지성 호우에 대비하고 유하거리가 길어짐에 따른 침식에너지의 증가를 방지하기 위함이다.

이해주(1999)의 연구결과에 의하면 측구의 물매가 12%

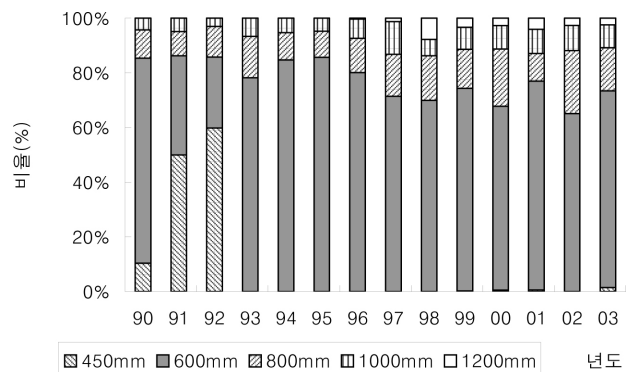


그림 3. 횡배수관 규격에 따른 적용 비율.

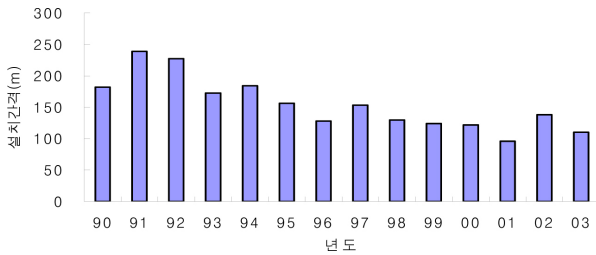


그림 4. 황배수관 설치간격.

이상이 되면 침식의 위험이 급격히 증가하는 것으로 나타났으며, 유하거리가 80 m 이상이 되면 침식발생에 기여하는 것으로 나타났다. 특히 유하거리가 160 m 이상이 되면 침식량이 기하급수적으로 증가하는 것으로 나타나 종단물매가 12% 이상이 될 경우는 낙차공 등을 시설하여 유속을 줄여줄 필요가 있으며, 황배수관 설치간격도 유하거리가 가급적 100 m를 넘지 않는 수준으로 설치할 필요가 있는 것으로 판단된다. 또한 산림조합중앙회(2000)의 연구에 따르면 종단물매의 경우 10%가 넘게 되면 침식량도 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 최대홍수량과 지형적 특성, 토질 등을 고려하여 최단시간에 배수를 시킬 수 있는 적절한 간격을 유지할 필요성이 있으며 지속적인 모니터링이 필요할 것이다.

포장공

콘크리트포장(포장 T = 20 cm, 보조기층 T = 20 cm)은 종단구배 11% 이상인 구간에서 노면세굴 발생을 방지하고 원활한 차량통행을 위해 콘크리트로 포장하는 것을 말한다. 콘크리트 포장의 경우 표 3에서 보는 바와 같이 환경친화적인 임도정책에 의하여 임도사업비의 현실화가 이루어진 이후에 물량이 증가하는 추세를 보이는 것으로 나타났다. 그러나 콘크리트포장은 공사비가 많이 들고 재료가 친환경적

이라고 볼 수 없기 때문에 가급적 임도노선 선정시 종단구배를 완만하게 선정하여 콘크리트포장의 무조건적인 증가를 지양해야 할 필요성이 있다.

또한 콘크리트포장을 시설하고 측구를 토사로 유지될 경우 강우시 급경사지의 토사측구가 세굴되어 장차 콘크리트포장이 파괴될 우려가 있으므로 콘크리트 포장지역에서는 가능한 콘크리트 플룸관도 함께 설치하여 콘크리트포장을 보호하여야 할 필요성이 있다.

혼합골재부설(T = 10~20 cm)은 종단구배 10% 전후의 구간에서 주로 적용되는 공법으로 노면세굴 방지 또는 연약지반에 대한 원활한 차량통행을 위해 혼합골재(25~45 mm)를 부설하고 다짐하는 것을 말하는 것으로 현장에서는 사리부설이라 통용된다. 혼합골재의 부설물량은 계속 증가하는 추세로서 노체안정과 주행성 확보 등 품질위주의 임도가 시설되고 있음을 알 수 있다. 특히 혼합골재부설 비용은 콘크리트포장의 약 10% 정도인 반면 효과는 노면세굴 방지와 노면안정 등 많은 효과가 있으므로 콘크리트포장을 제외한 전 구간에 사리부설할 필요성이 있으며, 충청남도에서는 1999년부터 콘크리트포장을 제외한 전구간에 대해 혼합골재부설을 반영하고 있다.

하지만 표 3에서 보는 바와 같이 일본의 경우 혼합골재부설과 콘크리트 포장도의 경우 공사비의 비율이 100 : 119인 반면 100 m의 표고차가 있는 두 지점을 연결하는 측면에서 공사비를 산정한 결과 혼합골재부설과 포장도의 비율이 100 : 93으로 포장도가 더 저렴한 것으로 나타났다(全国林業改良普及協會, 1998). 이는 일부 급경사지의 경우 혼합골재부설과 콘크리트 포장간의 종단물매의 차이에 따른 것으로 모든 지역에 적용되지는 않는다. 하지만 우리나라에서도 일부 급경사지 지역에서는 노선설계에 있어서 두 포장방법간의 비교검토가 필요할 것이다.

표 3. 혼합골재부설과 콘크리트 포장도와의 사업비 비교

(단위 : 원/m)

1 m 포장비용			표고차가 100 m인 두 지점 연결 공사비 비교		
항목	혼합골재부설	콘크리트 포장	항목	혼합골재부설	콘크리트 포장
절토공	1,222,000	1,222,000	종단구배(%)	14	18
성토공	494,000	494,000	총연장(m)	714.3	555.6
옹벽공	65,876,000	65,876,000	공사단가	687,440	820,250
노반공	1,152,000	14,433,000	총공사비	491,040,000	455,730,000
계	68,744,000	82,025,000			
비율(%)	100	119	비율(%)	100	93

출처 : 全国林業改良普及協會, 1998

또한 혼합골재부설은 시공후 일정기간이 지나면 차량통행 등으로 인하여 골재다짐이 흐트러지기 때문에 정기적인 다짐과 유지관리(부족한 부분 보충 등)가 반드시 필요하며, 토사도의 경우나 혼합골재부설도의 경우 노체로 유입된 유수로 인해 토양상태를 변환시킬 수 있으므로 이에 대비한 배수시설을 갖춰야 한다(Simmer, 1987).

결 론

지금까지 살펴본 바와 같이 1990년도부터 2003년까지 충청남도에 시공된 임도의 사업비와 공종을 살펴본 결과 환경친화적인 녹색임도 정책에 따라 현실사업비의 도입과 몇가지의 새로운 공법들이 적용되어 건설한 임도시공의 기틀이 잡힌 것으로 나타났다. 하지만 대부분 일반 도로에서 적용되어 온 공법이나 사방사업에 사용된 공법들로서 임도를 위한 공법의 개발은 아직 미진한 실정이다. 따라서 대부분의 사업비 증가가 구조물의 물량과 규격 확대에 이어지고 있으므로 향후 더욱 거세지는 환경보호 움직임과 임도시공의 경쟁력 확보를 위해 다양한 공법 개발과 공정의 개선이 필요할 것으로 판단된다. 또한 본 연구결과 노선선정이 양호한 지역의 경우 상대적으로 토공량과 절·성토사면의 면적도 적은 것으로 나타나 초기 노선계획과 설계 단계에서부터 보다 치밀한 계획이 필요할 것으로 판단된다.

아울러 도로의 건설과 더불어 중요한 것이 임도의 유지관리라 할 수 있다. 특히 일반 도로의 유지관리비가 전체 도로투자대비 7~8%에 이르는데 반해 임도의 경우 유지관리비가 확정되지 않은 채 매년 변경되고 있는 실정이다. 따라서 임도의 시공이 아무리 건설하다 하더라도 유지관리에 소홀히 할 경우 환경친화적인 녹색임도의 건설은 요원한 얘기가 될 것이다.

본 연구의 결과와 같이 타 지역에 대해서도 기초자료를 축적하여 임도의 개설방안과 공법개발, 공사비의 효율적 배분 등에 대해 연구할 경우 향후 발생할 수 있는 시행착오를 줄이고 환경친화적인 녹색임도 건설에 기여할 수 있을 것으로 보인다.

요 약

본 연구는 환경친화적 녹색임도 구현을 위해 1990년부터 2003년까지 시공된 충청남도 민유임도의 임도설계서를 검

토하여 적용공종의 변화를 분석하고 평가하였다.

임도시공비의 변화추이는 사업연도에 따라 꾸준히 증가되었고 특히 환경친화적 녹색임도 구현을 위한 임도정책이 수립된 1999년과 2000년도에 사업비가 대폭 증가한 것으로 나타나 비교적 건실한 임도시공이 이루어질 수 있는 기반이 조성된 것으로 판단된다. 또한 토공사업의 비율은 1999년 약 25.4%에서 2000년부터 2003년까지 토공사업비 평균비율이 18.5%로 감소된 것으로 나타났다. 하지만 토공의 비율이 줄어든 것과는 달리 비탈면보호공이나 구조물공의 총액은 상승하였으나 비율은 거의 증가하지 않은 것으로 나타났다. 이는 적용 구조물의 규격확대와 적용 물량의 증가에 따른 자재대의 비율과 제경비의 상승에 기인한 것으로 구조물공과 비탈면보호공에 소요되는 재료가 증가한 것으로 판단할 수 있다. 향후 공사비의 증가가 적용 구조물의 규격확대와 투입량 증가만으로 이어질 경우 임도시공 노후와 경쟁력 약화를 초래할 수 있으므로 보다 다양한 공법의 적용과 개발노력이 요구된다.

인 용 문 헌

- 김명환. 2001. 임도시공에 있어서 주요 공종의 품셈적용에 관한 연구. 강원대학교 석사학위논문. 55pp.
- 산림조합중앙회. 2000. 환경친화적인 녹색임도 시설에 관한 연구. 244pp.
- 산림청. 1996. 임도측량 및 설계지침. 133pp.
- 산림청. 2001. 임도시설규정.
- 산림청. 2002. 환경친화적 사방공법정립에 관한 연구. 341pp.
- 산림청. 2003. 임업통계연보.
- 이준우, 박범진. 1998. 임도공사시 굴착기를 이용한 토공작업의 공중분석에 관한 연구. 한국임학회지 87: 82-89.
- 이해주. 1999. 임도 측구의 침식요인 평가 및 예측에 관한 연구. 강원대학교 석사학위논문. 34pp.
- 정도현. 1995. 신설임도의 초기침식량에 관한 연구. 한국임학회지 84: 319-332.
- 차두송, 이준우. 1992. 최적임도배치에 관한 연구. 한국임학회지 81: 139-145.
- 森林科学研究所. 2000. 民有林林道施策のあらまし. 142pp.
- 全国林業改良普及協会. 1998. 林業技術ハンドブック. 1969pp.
- Burroughs, E. R. Jr. and J. G. King. 1989. Reduction of soil erosion on forest roads. USDA For. Ser. General Technical Report INT-264: 1-21.
- Simmer, K. 1987. Grundbau 1. Bodenmechanik. Erdstatische Berechnungen. B. G. Teubner Stuttgart : 27-45.