

□ 論 文 □

# 自轉車道路의 勾配設計基準에 관한 研究

## Guideline for Vertical Length by Grade for Bikeway

宋 昌 容

張 明 淳

河 東 翊

(交通開發研究院 研究員)

(漢陽大 交通工學科 教授)

(交通開發研究院 安全·技術室長)

### — 목 차 —

I. 서론

II. 국내외 적정 오르막 구배길이의 기준

III. 적정 오르막 구배길이의 실험 및 분석

IV. 적정 오르막 구배길이의 산정

V. 결론

### — ABSTRACT —

The grade is a very significant factor in designing the bikeways. It affects the cyclist's maneuverability as well as route selection. The objective of this paper is to provide the vertical length by grade for bikeway.

Field experiments were conducted by primary school children and university students to collect and analyze bike's climbing capability by grade. Combined data suggests that the desirable vertical length is 360m for 3% grade, 220m for 4%, 160m for 5%, 120m for 6%, and 90m for 7% grade.

## I. 序論

최근의 자동차 수요증가는 도시교통문제를 더욱 악화시키고 있다. 또한 자동차의 배기가스에 의한 환경문제역시 심각한 현실에 있다. 도시교통문제와 환경문제를 완화하기 위하여 선진 여러나라에서는 새로운 교통수단의 개발을 서두르고 있는 한편, 산업화 이전의 주교통수단이었던 자전거를 도시교통수단으로 대체하기 위하여 교통정책적으로 자전거이용을 장려하고 있다. 특히 독일,

네델란드, 덴마크 등의 유럽국가들은 환경보호와 에너지 절약 등을 목표로 자전거교통 활성화 사업을 대규모로 추진하여 많은 성과를 거두고 있다. 이들의 자전거이용 활성화는 저절로 이루어진 것이 아니고 무엇보다도 자전거 교통특성을 감안한 안전하고 편리한 자전거 주행환경을 제공함으로써 가능한 것이었다.

우리나라에서도 현재 자전거도로 시범도시가 선정되어 자전거이용의 활성화를 위하여 많은 노력을 기울이고 있으나 자전거도로관련 시설기준

이 매우 미흡하여 많은 어려움을 겪고 있다. 본 논문에서는 자전거도로를 건설함에 있어 설계기준의 여러분야 중에서 가장 기본이 되는 자전거도로의 구배별 오르막길이에 관한 국내외의 관련 자료를 수집하여 비교·검토하였고, 우리나라 적용기준을 실험을 통해 도출하여 제시하고자 한다.

## II. 國內外 적정 오르막 구배길이의 基準

자전거도로의 설계시 종단구배는 중요한 노선 선정요소 중의 하나이다. 오르막구간이 길어지거나 또는 급경사일 경우에는 자전거주행이 곤란하므로 자전거도로 설계시 적정 오르막길을 제공함은 필수적이다. 또한 급구배는 자전거 이용자들의 노선선택에 영향을 미칠뿐만 아니라 주행중 자전거 이용자들의 핸들조작과 주행안정성에 영향을 미치기 때문에 최소구배기준을 고려하여 노선설계를 하여야 한다. 우리나라는 구릉지가 많은 지형적 특성을 갖고 있으므로 자전거도로 노선선정시 많은 제약이 따른다. 본장에서는 국내외의 구배별 오르막길이 기준을 소개하고자 한다.

### 1. 독일

독일은 자전거 이용율이 매우 높은 나라이며 자전거도로도 잘 발달되어 있다. 자전거 이용자들은 구배에 매우 예민하므로 극복 가능한 구배를 제공하거나 주행속도가 급격히 떨어지지 않을 정도의 오르막길을 제시 하여야 한다. 따라서 자전거도로 시설의 장거리 구배구간에서 주행속도를 15km/h로 유지하려면 구배는 4km길이에서 2% 또는 2km길이에서 4%를 넘지 않아야 된다.

오르막구간의 설계시 적용되는 구배에 따른 오르막길이는 다음 <표 2-1>과 같다.

<표 2-1> 독일의 구배별 오르막길이 기준

구배(%)	오르막길이(m)
12	8
10	20
6	65
5	120
4	250
3	-

자료: Bundesminister Fur Verkehr, Zusammenfassende Auswertung Von Forschungs Ergebnissen zun Radverkehr Inderstadt, 1991

### 2. 미국

미국의 경우 자전거도로의 설계시 구배별 오르막길이는 다른나라와 비교할 때 매우 강화된 기준을 적용하고 있다.

미국은 각 주마다 구배에 따른 오르막이 기준이 조금씩 다르게 규정되어 있으나, NBI(National Bicycle Institute)에 따르면 미국내 대부분 주에서 자전거도로의 구배는 가급적 최소로 하고, 구배기준을 3.0%로 하되, 최대구배가 5.0%이하로 제시하고 있다. 그리고 10%를 넘는 구배는 특수한 환경으로 간주하고 있다. <표 2-2>는 미국의 구배에 따른 오르막길을 나타내고 있다.

<표 2-2> 미국의 구배별 오르막길이 기준

구배(%)	오르막길이(m)
3.5	165
4.0	121
4.5	102
5.0	90

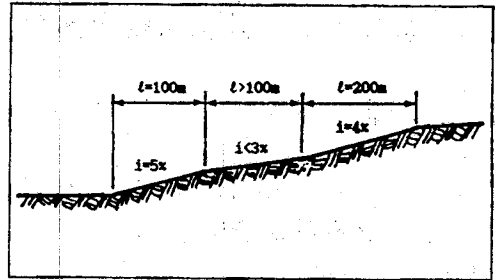
자료: ASCE, Planning Design And Implementation of Bicycle And Pedest Facilities, 1976.

### 3. 영국

영국은 구배에 따른 오르막길이를 매우 간단하게 규정하고 있다. 영국의 구배별 오르막길이는 다음과 같다.

- 3% 미만 : 제한 없음
- 3-5% : 100m
- 5-7% : 30m
- 7% 이상 : 자전거도로에는 부적합한 구배

자료 : U.K. 『Local Transport Act』, 1992



<그림 2-1> 3% 이상 구배에서 오르막길이가 연결될 때의 예

### 4. 일본

일본의 경우 종단선형의 구배가 3% 미만일 때에는 오르막길이에 대한 기준이 설정되어 있지 않고 최대종단구배는 원칙적으로 5%로 한다. 그러나 입체교차 교량 및 고가의 자전거도로 등의 연결부에 대하여는 예외를 둔다. 종단구배별 오르막길이는 다음 <표 2-3>과 같다.

<표 2-3> 일본의 구배별 오르막길이 기준

구배 (%)	오르막길이(m)
5	100
4	200
3	300

자료 : 日本道路協會, 自轉車道等の 設計基準解説, 1974.

또한 3% 이상의 종단구배가 연속될 때는 구배 변환 지점에서부터 100m 이상 3% 미만의 구배 구간을 설치해야 한다. 이를 그림으로 나타내면 <그림 2-1>과 같다.

### 5. 한국

건설부에서 발행한 '도로의 구조·시설기준에 관한 규정'에서 2.5% - 3.0% 까지를 허용범위로 하고 최대구배 5.0%는 극히 한정된 구간에서만 허용하도록 규정하고 있다. 그러나 구배에 따른 오르막길이에 대한 기준은 제시되어 있지 않다.

이상과 같이 독일을 비롯한 미국, 영국, 일본의 구배별 오르막길이를 정리하여 제시하면 다음 <표 2-4>와 같다.

<표 2-4> 國家別 勾配에 따른 오르막길이 比較

(단위:m)

구배 \ 국가	독 일	미 국	영 국	일 본	한 국
3%	-	165(3.5%)	-	300	-
4%	250	120	100	200	-
5%	120	90	100	100	-
6%	65	-	30	-	-

### III. 적정 오르막 구배길이 實驗 및 分析

#### 1. 실험방법 및 내용

자전거 이용자가 오르막구간을 주행할 때에는 체력소모가 많아지므로 急傾斜일 경우 연속주행이 불가능하여지며 이것은 곧 자전거 이용을 기피하는 直接인 要因으로 작용하게 된다. 自轉車道路 설치시에는 勾配가 없는 평탄한 도로가 가장 좋겠지만, 부득이한 경우에라도 가급적 극복 가능한 勾配와 勾配에 따른 적정 오르막길이를 제공하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 다음과 같은 實驗方法을 통하여 勾配에 따른 적정 오르막 길이를 도출하고자 하였다.

이 실험은 自轉車道路를 주행할 때 만나는 경사지에서 자전거 이용자가 극복할 수 있는 오르막길이를 자전거 운전자의 운전행태변화와 走行速度의 변화에 초점을 두어 實驗을 통하여 자료를 수집하고 分析하였다. 우선 실험계획에 의거 現場踏査를 통하여 현장실험이 용이한 조사지점을 1차적으로 선정하였다. 즉, 자전거운전자들이 실험주행시 기타차량으로부터의 영향을 가급적 적게 받도록 하기위하여 차량통행이 매우 적고 실험구간내 접속도로가 없는 장소로써 가속구간 및 오르막 구간을 適正距離 이상 확보할 수 있는 한적한 곳으로 분당(새마을중앙연수원주변), 일산(정발산공원 주변)신도시에서 VIDEO촬영이 容易한 地點을 선택하였다.

이상과 같은 조건을 만족하는 조사구간에 대하여 水準 測量을 실시하여 최종적으로 실험대상 勾配를 결정하였다(2%, 3%, 4%, 7%, 12%). 그리고 오르막구간에서 자전거이용자의 극복 가능한 거리는 個人體力 및 연령과 밀접한 관계가 있으므로 본 실험에서는 가급적 극복 가능거리의 最大값과 最小값을 얻을 수 있도록 자전거운전자를 大學生과 國民學生(11세)을 대상으로 선정하였다. 실험대상 구배로 선정된 實驗區間에는 다음

과 같은 실험시설을 설치하였다.

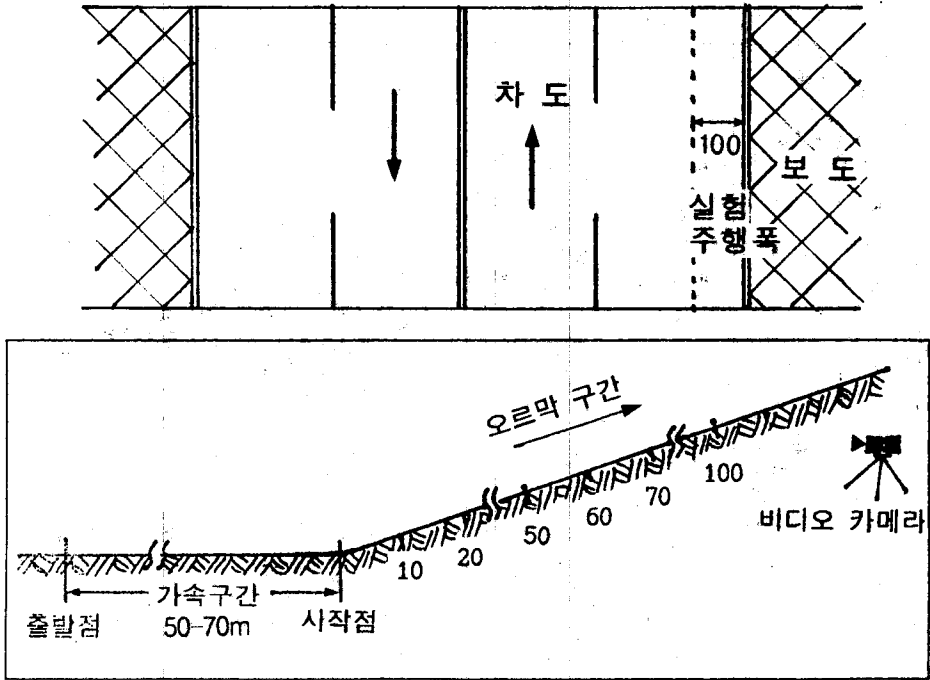
자전거운전자가 극복 할 實驗區間은 차도부의 맨 바깥차선의 가장자리에 走行幅 1m로 하여 <그림 3-1>와 같이 출발점과 조사시작점 및 시작점으로부터 매 10m마다 아스팔트 포장위에 백색선을 표시하였다.

출발점과 조사시작점 구간은 자전거운전자가 출발하여 조사시작점에 도착할 때까지 충분한 안정성을 유지할 수 있고 평균주행속도 15km/h정도를 確保할 수 있도록 50m-70m의 加速區間을 준비하였다. 그리고 실험용 자전거는 최근 가장 널리 보급된 MTB종으로 기어가 없는 표준형을 사용하였다. 또한 자전거운전자에게 등판주행 요령을 교육시켰다. 즉 조사시작점부터는 몸체를 자전거안장에서 떼지말 것과 극복 가능한 지점까지 주행할 것을 교육시켰으며 출발신호와 함께 속도 조사와 Video촬영을 하였다.

#### 2. 실험자료의 분석

우선 선정된 각 勾配별로 조사 시작점부터 매 10m 구간을 통과하는 데 소요되는 시간을 측정하여 속도의 변화를 관찰하였다. 그 결과 일반적으로 勾配가 낮은 3%이하의 경우에는 全區間에 걸쳐 자전거운전자 스스로가 오르막 구간의 길이를 감안하여 체력의 안배를 조절하며 주행하기 때문에 특별한 속도의 변화가 나타나지 않고 一定한 速度를 유지하였지만 勾配가 급한 6%이상 특히 12.0%의 경우에는 속도의 變化가 매우 급격한 것으로 調査되었다.

그리고 傾斜도와 관계없이 조사시작점으로부터 20m까지의 구간에서는 기타 勾配구간에 비해 비교적 속도가 다양하게 調査되었는데 이것은 자전거운전자가 시작점 이전에서 주행에 탄력을 받기 위하여 가속운전을 하거나 등판구간을 극복하기 위한 체력의 안배를 고려하기 때문인 것으로 판단된다.



〈그림 3-1〉 오르막구간에서의 實驗施設圖

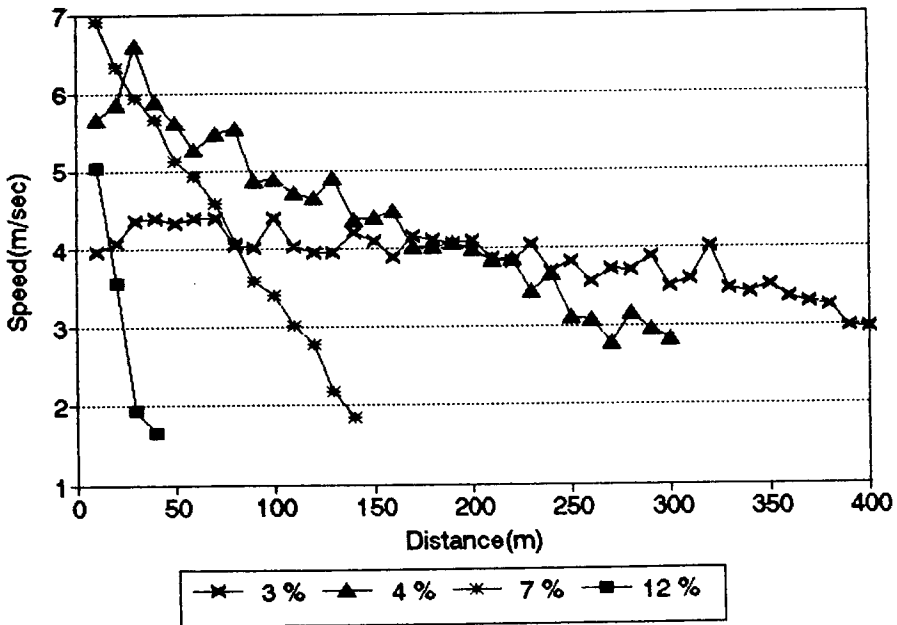
다음의 <그림 3-2>, <그림 3-3>, <그림 3-4>는 勾配별 등판에 따른 속도 변화를 大學生의 경우, 國民學生의 경우, 그리고 混合의 경우로 나누어 그림으로 나타낸 것으로 다음과 같은 特徵이 조사되었다.

勾配 3.0%에 오르막길이 720m 구간에서의 주행속도는 大學生이 平均 6.2m/sec, 國民學生이 平均 3.9m/sec, 그리고 혼합한 경우가 平均 5.0km/sec를 유지하는 것으로 나타났고, 大學生과 國民學生간의 속도차이는 2.3m/sec로 分析되었다. 이는 연령간 체력의 차이에 기인한 것으로 大學生의 경우 勾배 3.0%의 오르막구간에서는 平坦지 주행과 같은 속도로 주행이 이루어졌으며, 國民學生의 경우에는 주행속도보다는 긴 오르막구간을 극복하기 위한 체력의 안배를 중시한 결과로 판단된다. 또한 勾배 3.0%에서는 오르막길

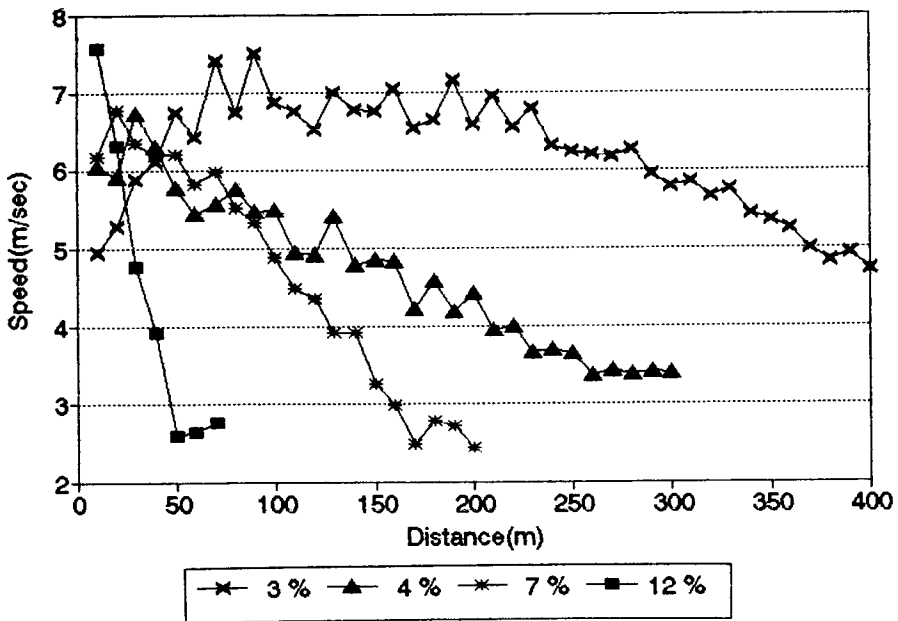
이에 따른 급격한 속도변화가 大學生, 國民學生 모두 거의 없는 것으로 分析되었다.

勾配 4.0%이상의 경우에는 大學生, 國民學生 모두 오르막구간이 길어질수록 주행 속도가 점차 감소하였으며 극복가능한 오르막길이에서도 상당한 차이가 있는 것으로 分析되었다. 또한 이러한 현상은 勾배가 급해질수록 더욱 심하게 나타났다. 따라서 勾配 3.0%를 넘어서는 자전거도로의 경우 勾配別 適正 오르막길의 기준제시가 필요한 것으로 판단된다.

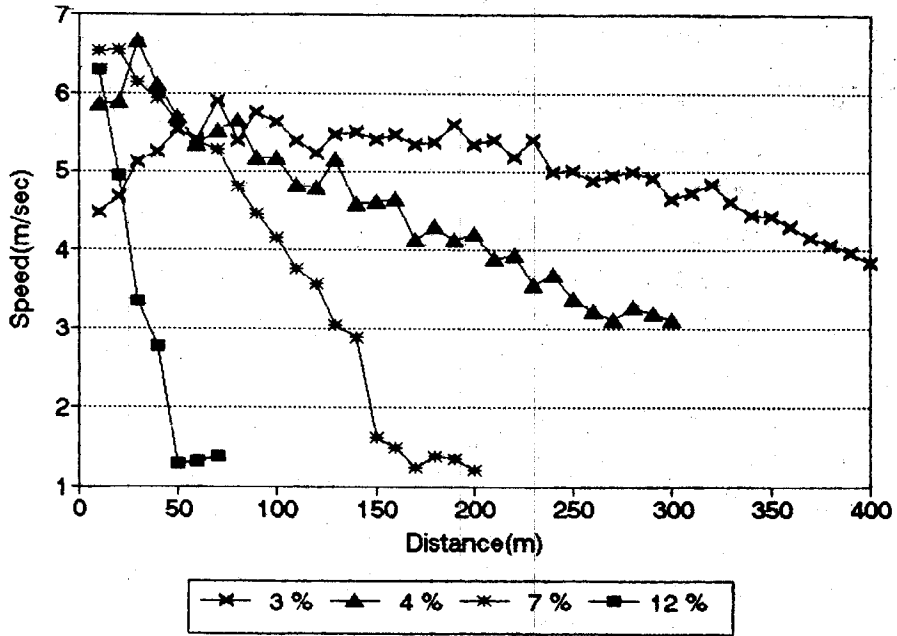
勾配 12.0%의 경우에는 충분한 가속구간을 설정하였음에도 불구하고 大學生과 國民學生 모두 극복가능한 오르막길이가 10m-30m정도로 分析되어 自轉車道路의 勾配로서는 적당치 않은 것으로 판단된다.



<그림 3-2> 勾配別 速度變化(國民學生)



<그림 3-3> 勾配別 速度變化(大學生)



<그림 3-4> 勾配別 速度變化(混合한 경우)

#### IV. 適正 오르막구배길이 算定

##### 1. 적용자료

模型을 定立하기 위하여 다음과 같은 방법으로 자료를 수집·분석하였다. 구배별 오르막길이는 體力條件과 年齡에 따라 많은 차이를 보이므로 國民學生과 大學生으로 區分하였다.

實驗對象 勾配는 可及의 다양한 것이 바람직하지만 현장조사 및 수준측량에 의한 勾配選定에는 많은 어려움이 있어 충분하지는 않지만 구배 2.0%, 3.0%, 4.0%, 7.0%, 12.0% 등을 선정하여 실험하였다.

오르막길이는 자전거운전자가 實驗區間을 등판할 때 안정된 주행이 이루어 졌던 地點까지를 기준으로 하였다. 즉, 자전거 주행시 몸체를 안장에서

떼거나 지그재그형태로 주행하는 등 안정된 走行이 이루어 지지 않는 지점부터는 제외하였다. 이상과 같은 기준에 의하여 수집된 資料는 총 100개이고 年齡別로 偏重되지 않도록 하기 위하여 國民學生 52개, 大學生 48개로 하였다. 이와 같은 방법에 의해 수집된 자료는 <표 4-1>과 같다.

##### 2. 모형의 추정

適正 오르막길이 算出에 영향을 미치는 요소는 기상조건, 운전자의 체력조건, 노면상태, 구배 등 여러가지를 고려할 수 있다. 이러한 여러가지 요소중 오르막길이에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 勾配로서 외국의 경우에서도 오르막길이의 기준을 구배별로 제시하고 있다. 그러므로 본 논문에서는 勾配와 오르막길이를 모형에 적용하는 變數로 선정하였다.

<표 4-1> 구배별 오르막길이 實驗資料

구분	경사도	급격한 속도저하 없는 경우 주행길이	표본수	평균	표준편차
국민학생	2.0	380, 380, 480, 440, 480, 480, 400, 400, 380, 400	10	422.0	41.42
	3.0	370, 360, 320, 370, 320, 350, 310, 390, 390, 370, 320, 380	12	354.2	28.12
	4.0	250, 210, 250, 240, 240	5	238.0	14.70
	7.0	110, 100, 60, 90, 80, 110, 100, 60, 90, 40, 100, 90, 50, 70, 70	15	81.3	21.25
	12.0	20, 20, 10, 20, 20, 10, 10, 10, 10, 10	10	14.0	4.90
대학생	2.0	600, 700, 620, 700	4	655.0	45.55
	3.0	400, 400, 370, 400, 400, 400, 330, 400	8	387.5	23.85
	4.0	200, 300, 270, 300, 230, 190, 230, 240	8	245.0	39.05
	7.0	140, 110, 140, 120, 110, 110, 130, 140, 110, 130, 140, 130, 80, 100, 140, 120, 90, 110, 120, 120	20	119.5	16.87
	12.0	30, 40, 30, 30, 30, 40, 20, 40	8	32.5	6.61

模型的 種類는 구배에 따른 오르막길이가 체력 조건과 연령별로 차이를 보이므로 기본적으로 국민학생과 대학생을 구분하고, 국민학생과 대학생을 혼합한 3가지 형태로 구분하였다. 모형의 형태는 國民學生, 大學生의 실험자료를 기초로 구배별 오르막길이를 從屬變數, 勾配를 獨立變數로 하여 로그함수, 역함수, 멱함수, 그리고 지수함수등을 이용하여 회귀분석한 결과 멱함수형태가 실측치를 가장 근사하게 묘사하므로 觀函數를 모형식으로 선정하였다.

$$\text{구배별 오르막길이} = \alpha \text{구배}^b$$

선정된 모형식에서 勾配와 오르막길이에 대한 觀函數의 계수추정치는 다음 <표 4-2>와 같다. 推定結果는 계수추정치의 유의성이나 기타 통계치들을 고려하여 볼 때 良好한 것으로 나타났다. 그 중에서 모형의 설명력을 나타내는 決定係數 (R2)는 혼합한 경우 0.8646로 상대적으로 낮

게 나타나고 있으나 이는 각 모형들의 決定係數가 대단히 높고, 個別係數의 有意性을 나타내는 T값도 모두 높게 나타났다.

### 3. 모형의 정립 및 검증

구배와 오르막길이로 나타내는 모형은 國民學生, 大學生, 그리고 混合한 경우 등으로 각각 식 (1), 식(2), 식(3)과 같다.

$$\text{국민학생 구배별 오르막길이} = 2411.74 * (\text{구배})^{-1.919559} \quad (1)$$

$$\text{대학생 구배별 오르막길이} = 2616.07 * (\text{구배})^{-1.663812} \quad (2)$$

$$\text{혼합 구배별 오르막길이} = 2340.38 * (\text{구배})^{-1.738749} \quad (3)$$

$$\text{신뢰구간 상한값} = \hat{X} + X_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4)$$



<표 4-2> 各 模型의 回歸分析結果

구분	변수	계수추정치	R <sup>2</sup>	F값	T값	Prob>  T
국민학생	$\alpha$	2411.74	0.8988	442.29	50.79	.00001
	$\beta$	-1.919559			-21.08	.00001
대학생	$\alpha$	2616.07	0.9262	577.03	63.31	.00001
	$\beta$	-1.665812			-24.02	.00001
혼합	$\alpha$	2340.38	0.8646	626.01	63.77	.00001
	$\beta$	-1.758749			-25.02	.00001

각 모형식에서 산출된 예측치를 기준으로 85% 신뢰구간에서의 상한값을 구하기 위하여 식 (4)를 적용하였다. 이는 도로설계시 85percentiles을 사용하고 있음을 감안할 때 가급적 이에 근사한 값을 얻기 위하여 예측치의 85% 신뢰구간에서의 상한값을 채택하였다. 또한 15% 유의수준에서의

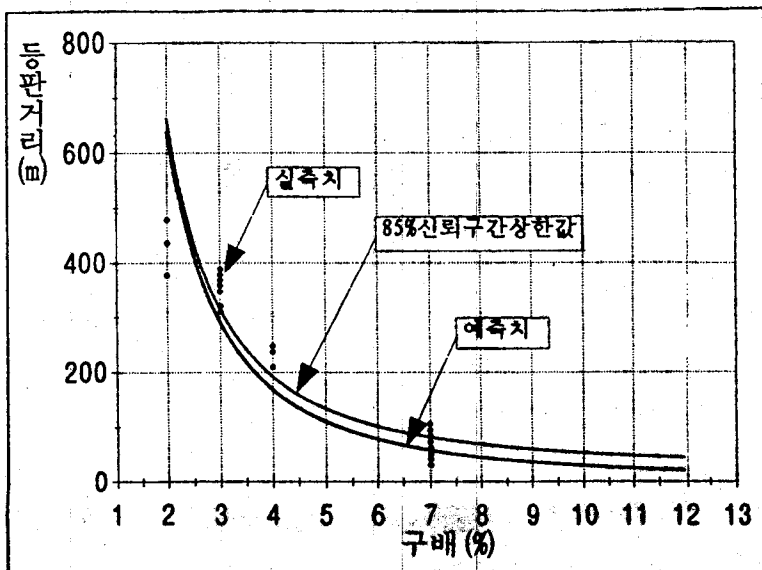
상한값을 구하고자 Z값을 산출하고 각각의 경우에서의 표준편차를 식 (4)에 대입하였다. 그 결과 국민학생의 경우 실측치와 모형식에 의한 예측치 및 15% 유의수준에서의 신뢰구간 상한값 등이 다음 <표 4-3>과 <그림 4-1>에 제시되어 있다.

<표 4-3> 국민학생의 경우 信賴率 85% 豫測值 및 信賴區間

(단위 : %, m)

오르막길이	구배	2.0	3.0	4.0	7.0	12.0
예측치		638	293	169	58	20
신뢰구간 상한값		661	316	192	82	44

주 : 신뢰구간의 상한값은 15% 유의수준에서의 상한값임



<그림 4-1> 국민학생의 勾配別 信賴區間圖

大學生의 경우는 실측치와 모형식에 의한 예측치 및 15% 유의수준에서의 신뢰구간 상한값 등

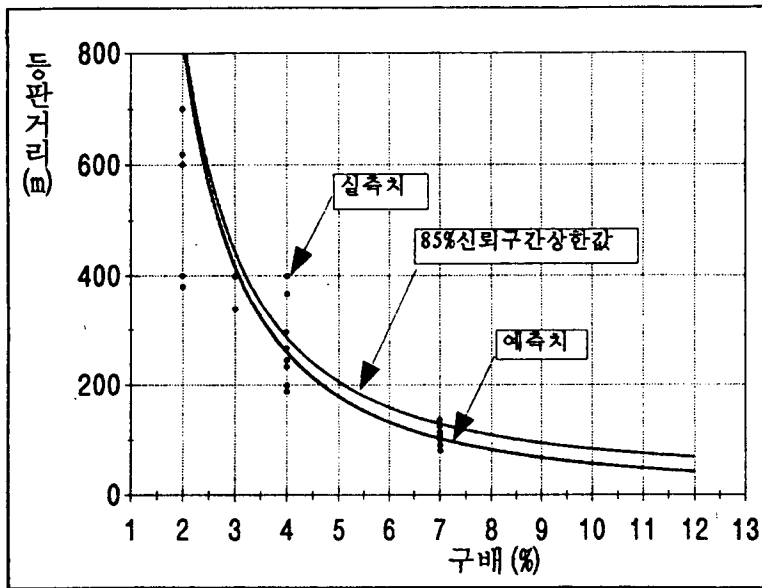
이 다음 <표 4-4> 및 <그림 4-2>에 제시되어 있다.

<표 4-4> 大學生의 경우 信賴率 85% 豫測值 및 信賴區間

(단위 : %, m)

오르막길이 \ 구배	2.0	3.0	4.0	7.0	12.0
예측치	824	420	260	102	42
신뢰구간 상한값	851	447	287	129	69

주 : 신뢰구간의 상한값은 15% 유의수준에서의 상한값임



<그림 4-2> 大學生의 勾配別 信賴區間圖

國民學生과 大學生을 混合한 경우는 실측치와 모형식에 의한 예측치 및 15% 유의수준에서의 신

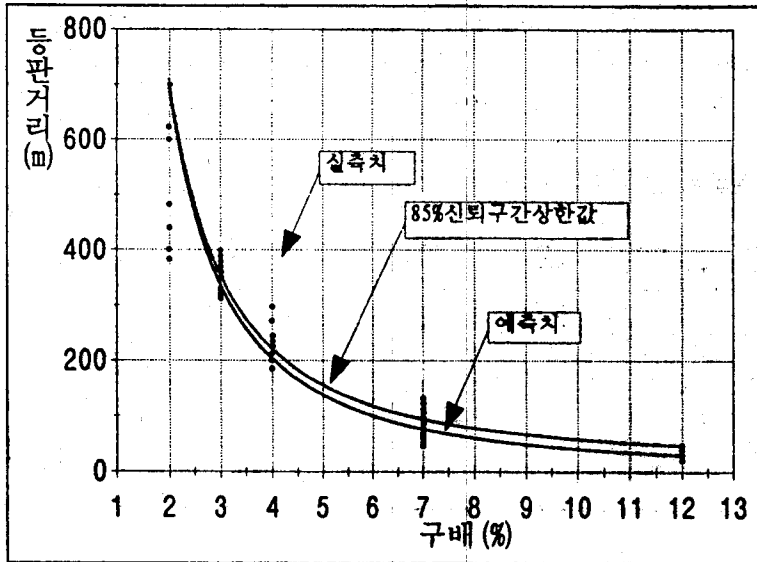
뢰구간 상한값 등이 다음 <표 4-5> 및 <그림 4-3>에 제시되어 있다.

<표 4-5> 混合의 경우 信賴率 85% 豫測值 및 信賴區間

(단위 : %, m)

오르막길이 \ 구배	2.0	3.0	4.0	7.0	12.0
예측치	692	339	204	76	30
신뢰구간 상한값	710	357	222	94	48

주 : 신뢰구간의 상한값은 15% 유의수준에서의 상한값임



<그림 4-3> 혼합한 경우의 勾配別 信賴區間圖

4. 분석 결과

自轉車道路의 設計 및 設置時 고려되어야 할 주요한 사항으로는 자전거이용자가 일정한 속도를 유지하며 주행이 가능하도록 제공되어야 한다. 특히 오르막구간에서의 주행은 자전거이용자의 연속주행을 위한 體力按配 및 走行의 安定性을 확보하기 위하여 勾配에 따른 適正 오르막길이가 제시되어야 한다.

그러므로 국민학생의 경우, 대학생의 경우, 그리고 혼합한 경우중 다양한 연령층의 자전거운전자를 포함하는 혼합한 경우의 85% 信賴區間 上限값이 가장 적절한 구배별 오르막길이로 판단되어 이를 기준치로 사용하였다. 그러나 실험결과 구배 3% 미만에서는 오르막길이의 제한이 불필요한 것으로 사료되며, 구배 12%는 자전거도로 설치에 부적합한 것으로 판단되었다. <표 4-6>은 구배에 따른 적정 오르막길이를 제시하고 있다.

<표 4-6> 自轉車道路의 適正 오르막길이

(단위 : %, m)

구 분	구 배				
	3	4	5	6	7
오르막 길이	360	220	160	120	90

본 논문에서 실험에 의한 自轉車道路의 勾配에 따른 適正 오르막길이를 外國의 基準과 비교하면

다음 <표 4-7>과 같다.

·外國의 勾配에 따른 오르막길이基準과 본 논문에

서 제시한 적정 오르막길이를 비교하면 본 논문에서 제시한 勾配別 오르막길이의 값이 대부분 높게 나타났다. 이것은 實驗過程에서 자전거운전

자로 하여금 최대로 극복 가능한 지점까지 등판하도록 하여 수집된 자료를 模型式에 적용한 결과로 판단된다.

<표 4-7> 各國의 勾配別 오르막길이

(단위 : %, m)

구배 \ 구분	한국	미국	독일	일본	영국
3	360	-	-	300	-
4	220	121	250	200	-
5	160	90	120	100	100
6	120	-	65	-	-
7	90	-	-	-	30

V. 結論 및 建議

구배는 자전거이용자의 노선선택 뿐만 아니라 자전거조작의 안정성까지 영향을 주므로 자전거 도로 설치시 상당히 주의를 요하는 요소이다. 현재 외국의 구배에 따른 오르막길이는 각 나라마다 차이가 있는 데 우리나라 또한 외국과 비교하였을 때 도로여건과 이용자의 체력조건에서 차이가 있으므로 우리의 실정에 맞는 구배별 오르막길이를 산정함은 매우 중요하다.

본 논문에서 구배에 따른 적정 오르막길이 산출을 위해 실험을 한 결과 3% 구배에서는 360m, 4% 구배에서는 220m, 5% 구배에서는 160m, 6% 구배에서는 120m, 7% 구배에서는 90m로 산정되어 일본, 독일 등의 오르막 구배길이기준과는 비슷한 결과치를 보이고 있으나 미국, 영국 등의 경우보다는 다소 높게 산출되었다.

현실적으로 오르막구간에서 적정 오르막길이를 초과하는 경우 자전거도로의 연속성 확보를 위한 완충구간의 설치가 요구되는 데 본 논문에서는 이 부분의 연구가 미비하였으므로 이 분야의 설계기준설정을 위한 추후 연구가 요구된다.

본 연구에서 확인된 自轉車道路의 適正 오르막길이는 도로의 구조·시설기준에 관한 규정, 농어촌도로의 구조·시설에 관한 규칙 및 자전거이용 활성화에 관한 법에 반영되어 自轉車道路의 設計 및 設置의 合理化가 이루어지도록 해야 하겠다.

參考 文獻

1. 交通開發研究院, 果川市 自轉車道路研究 및 基本計劃, 1994.
2. 市政開發研究院, 서울시 自轉車利用 增進方案에 관한 研究, 1993.
3. 大韓地方行政共濟會, 都市問題, 1993.11
4. 申連植, Post-Moterization 時代에 있어서의 自轉車交通의 役割과 可能性, 交通情報, 1993.
5. 建設部, 道路의 構造·施設基準에 관한 規定解說 및 指針, 1990
6. 日本自轉車産業振興協會, 近距離交通における 自轉車, 1978.
7. 日本道路協會, 自轉車道等の 設計基準解説, 1974.
8. 朴聖炫, 回歸分析, 1993

9. John Foster, Bicycle Transportation, 1993.
10. U.K Local Transportation Act, 1992
11. Bundesminister für Verkehr, Zusammenfassende Auswertung Von Forschungsergebnissen zum Radverkehr In der Stadt, 1991.
12. Transportation Research Board, Pedestrian and Bicycle facilities, 1984
13. ASCE, Planning Design And Implementation of Bicycle And Pedestrian Facilities, 1976.
14. Temple R. Jarrell, Bikeway : design, construction, programs, 1974
15. FHWA, A Bikeway Criteria Digest, 1974.