

평지 전통마을 갈림길의 중심각과 곡률반경에 관한 연구

김윤하 · 안계복

대구효성가톨릭대학교 조경학과

Model on the Relationship between the Radius of Curvature and Central Angle - the Case of Divided-roads in Flat Traditional Villages -

KIM, Yoon-Ha · AHN, Gye-Bog

Department of Landscape Architecture, Catholic University of Taegu-Hyosung

ABSTRACT

The purpose of this study is to identify relationships between a central angle and a radius of curvature of divided roads in flat terrain of traditional villages, suggesting layout criteria for traditional villages: Nak-An, Sung-Eup, Ha-Whe. This study is sought to find the optimum model through the various SAS regression analyses. A regression analysis of this data was adopted to induce the relationship formula between a central angle of curve and a radius of curvature. Results of this study are as follows:

- 1) Most of the divided roads in traditional villages have a complex curve rather than a simple curve.
- 2) A central angle of curve has ranged from 11° to 127°, with a mean degree of 63.9.
- 3) In the lower level of central angle(11-40°), the branch roads have distributed with a high frequency, but with a low frequency in the higher level of central angle(90-140°).
- 4) A radius of curvature in the divided roads has ranged from 0.9m to 59.6m, but half of the roads have concentrated on 1-6m of the curvature.
- 5) Compared to the result of hilly villages in previous study(Ahn, 1999), value of central angles in flat villages is lower than that of hilly villages, while a mean value of the curvature is higher than that of hilly villages.

6) A Non-linear regression analysis, resulting from the SAS application, was useful method to induce a relationship formula between a central angle and a radius of curvature in the branch roads. Our study's formula is as follow: $R=100.3*EXP(-0.06*\delta)+3.91$.

7) Our study model has less error than that of the Kishizuka's method, being applicable to a broader range of the branch roads.

8) A minimum radius of curvature in our study has showed 3.9m, suggesting to reconsider applications of the Kishizuka's value (5.8m) in the footpass design.

In the study for this presupposition model the efficiency and utility of it can be estimated to grow larger according to how much and how far it includes both extremes of data. This study is for the application to a design in future through the numerical formula of divided roads of various traditional villages.

The studies from now on will be about the quasi-hilly village and hilly village supplementing these factors more.

Key Words : divided road, radius of curvature, central angle, Kishizuka, flat terrain, traditional village

I. 서론

전통마을의 분위기를 조성하는데는 길과 마당의 형태가 중요하다. 그러나 이제까지 불규칙성을 띄고 있는 듯한 전통 마을길에 대한 연구가 많지 않아 전통적인 마을길을 재현하는 데 어려움이 많았다.

일반적으로 한국의 마을길은 위계와 특성에 따라 큰 길, 안길, 셋길, 골목길, 갈림길로 나눌 수 있다. 안계복(1999)은 갈림길의 유형을 세갈래길(64%), 네갈래길(18%), 여러갈래길(10%)로 나누었는데, 세갈래길은 다시 직교형, 새충형, 지계형으로 세분됨을 밝혔다. 평지마을에서의 세갈래길 빈도는 높지만(73%) 구릉지 마을에서는 그 구성비가 낮아짐(38%)을 밝혔고, 네갈래길과 여러갈래길은 준구릉지, 구릉지로 갈수록 그 구성비가 높아짐을 밝힌바 있다.

본 연구는 다양한 전통마을의 갈림길을 수식화하여 장차 설계에 응용할 수 있도록 하기 위한 연구이다. 그런데 지형(경사)에 따라서 갈림길의 유형이 다르게 나타나기 때문에 이번 연구에서는 평지마을 갈림길의 중심각(δ)과 곡률반경(R)이 어떤 관련성을 갖는지 분석할 예정이며, 차기 논문에서 준구릉지와 구릉지 마을에 대한 것들을 다룰 예정이다.

선행 연구로는 岸塚正昭(1969)과 나정화(1985)의 연구가 있다. 岸塚은 개활지에 생긴 길을 조사하여

$13.5\log(R-5.8) = 39 - \delta$ 임을 밝힌 바 있고, 나정화는 경사지 원로 선형분석을 통해 곡률반경(曲率半徑)(R)과 중심각(中心角)(δ)의 관계는 $22\log(R-6.0) = 47.96 - \delta$ 임을 밝힌 바 있다. 그러나 이제까지는 지형, 논, 밭, 마당, 배수로, 담장 등의 조건이 주어지는 환경속에서 자생적으로 발생한 마을을 대상으로 갈림길에 대한 연구는 없었다. 본 연구는 특히 岸塚正昭(1969) 연구결과를 재고찰하는 과정에서 나타난 것들¹⁾을 한국적인 현실에 맞추어 실증적으로 비교하는데 의의가 있다.

II. 연구방법

평지마을에 대한 연구대상지는 낙안, 성읍, 하회마을이며, 현지답사는 97년 5월부터 10월에 걸쳐 실측하였다. 실측도면을 통해 곡률반경이 거의 없는 길, 각각 정리된 것과 같은 길은 제외하고 낙안 21곳, 성읍 18곳, 하회 27곳, 총 66개의 자료를 분석하였다.

측량한 마을길의 중심각과 곡률반경을 살펴보면, 길의 선형은 하나의 특성을 갖는 것이 아니라 복합적인 특성을 띄는 것이 일반적이다. 조사된 자료 가운데 단원곡선(單圓曲線)은 5% 미만이며 대부분의 갈림길은 복합곡선(複合曲線)의 형태로 되어 있다.²⁾ 따라서 선행연구(岸塚, 나정화)는 단원곡선을 분석하였기 때문

에 이를 전통 마을길에 적용한다는 것은 문제가 있을 수 있음을 예측할 수 있다.

본 연구에서 장곡반경(R1), 단곡반경(R2) 및 중심각(δ)을 구하기 위한 측정기준은 다음과 같이 정하였다. 측량한 도면상에서, 갈림길이 양쪽으로 갈라지는 분기점(分岐點)을 잡아 양쪽으로 7m 구간내에 있는 변곡점(變曲點)을 찾아 접선을 그어 두 개의 곡률반경(R1, R2)과 중심각을 측정하는 방법을 사용하였다.

특히 이번 연구는 평지 마을의 갈림길을 대상으로 SAS V6.12를 이용하여 단순회귀, 역함수, 다항회귀, 로그변환을 통한 회귀분석 및 지수모형 비선형 회귀분석을 통해 최적 모델을 찾고자 한다.

III. 분석 및 고찰

1. 중심각과 평균곡률반경의 일반적인 특징

표 1은 낙안, 성읍, 하회 3개 마을의 갈림길에 대한 중심각과 곡률반경의 일반적인 특성을 분석하기 위해 기초적인 통계량을 나타낸 것이다. 갈림길 분지각의 최소는 11°. 최대는 127°, 평균은 63.9°인 것으로 나타났다.

장곡반경의 평균값은 10.8m, 단곡반경의 평균값은 9.7m로 장, 단곡반경의 차이는 1.1m인 것으로 나타났다. 그러나 그 중앙값을 보면 6.6m와 5.5m로 나타났는데 중앙값이 평균값보다 작다는 것은 자료의 분포가 최대값 보다는 최소값 쪽에 많이 분포한다는 것을 나타내는 것이다.

중심각의 평균이 63.9°인 것을 선행 연구 자료(안계복, 1999) 가운데 비슷한 것을 찾아보면 그림 1과 같다. 중심각이 약 64°라면 길의 분지각도는 약 116°되는 것으로 그림1의 B와 비슷한 각도다. 그림 1은 하회

표 1. 평지마을 중심각(δ)과 평균곡률반경(R)에 대한 기초 통계량

| 변수 | 평균 | 최소값 | 최대값* | 중앙값 | 표준편차 |
|-----------------|------|------|-------|------|------|
| 중심각(δ) | 63.9 | 11.0 | 127.0 | 68.0 | 27.2 |
| 장곡반경(R1) | 10.8 | 2.2 | 59.6 | 6.5 | 9.7 |
| 단곡반경(R2) | 9.7 | 0.9 | 59.6 | 5.5 | 9.9 |
| 평균곡률반경(R) | 10.3 | 2.0 | 59.6 | 6.1 | 9.8 |

* 장, 단곡반경의 최대값이 같은 이유는 이 길이 단원곡선이기 때문이다

마을길을 실측한 것 가운데 하나로 길의 분지각도 A-B-C가 185°-114°-61°인 전형적인 지계형인 갈림길을 측량한 것이다.

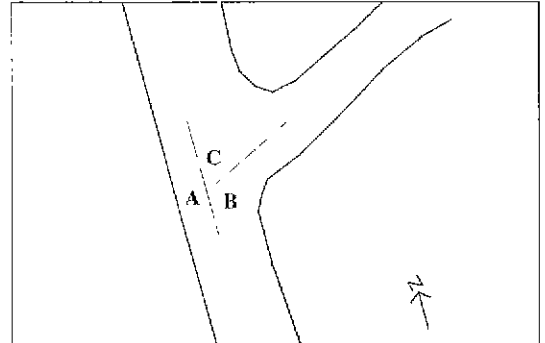


그림 1 지계형 갈림길

2. 중심각의 분포적 특징

표 2는 평지마을 갈림길의 중심각이 어떤 분포적 특징을 나타나는지를 분석하기 위해 만든 표이다. 비교란은 평지마을의 특징을 손쉽게 비교하기 위해 구릉지 특성을 가진 양동마을의 28개 실측자료를 비교자료로 삼았다.

우선 평지마을은 상대적으로 11~40°구간에 빈도가 높은 것이 특징이다. 다시말해 평지마을에서는 상대적으로 중심각이 작은 길이 많다는 것이고, 갈림길 가운데 하나의 길이 직선에 가까운 길, 조금 휘어진 길이

표 2 중심각의 분포

| 중심각(δ) | 평지(%) | 비교(%) |
|-----------------|----------|---------|
| 11~20 | 2(3.0) | - |
| 21~30 | 7(10.6) | - |
| 31~40 | 6(9.1) | - |
| 41~50 | 11(16.7) | 2(7.1) |
| 51~60 | 4(6.1) | 5(17.9) |
| 61~70 | 5(7.6) | - |
| 71~80 | 10(15.2) | 4(14.3) |
| 81~90 | 12(18.2) | 3(10.7) |
| 91~100 | 3(4.5) | 5(17.9) |
| 101~110 | 3(4.5) | 3(10.7) |
| 111~120 | 2(3.0) | 3(10.7) |
| 121~130 | 1(1.5) | 1(3.6) |
| 131~140 | - | 2(7.1) |
| 합계 | 66(100) | 28(100) |

표 3. 마을 입지별 평균곡률반경(R)의 분포적 특징

| R (m) | 평 지 (%) | 비 고 (%) | R (m) | 평 지 (%) | 비 고 (%) | R (m) | 평 지 (%) | 비 고 (%) |
|---------|----------|---------|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|
| 0.0~1.0 | - | 1(3.6) | 8.1~ 9.0 | 2(3.0) | 3(10.7) | 22.1~24.0 | 2(3.0) | - |
| 1.1~2.0 | 2(3.0) | - | 9.1~10.0 | 3(4.6) | - | 28.1~30.0 | 1(1.5) | - |
| 2.1~3.0 | 3(4.6) | 5(17.9) | 10.1~12.0 | 4(6.1) | - | 30.1~32.0 | 1(1.5) | - |
| 3.1~4.0 | 9(13.6) | 8(28.5) | 12.1~14.0 | 4(6.1) | 1(3.6) | 38.1~40.0 | 1(1.5) | - |
| 4.1~5.0 | 12(18.2) | 5(17.9) | 14.1~16.0 | 2(3.0) | - | 58.1~60.0 | 1(1.5) | - |
| 5.1~6.0 | 7(10.6) | 2(7.1) | 16.1~18.0 | 2(3.0) | - | 합 계 | 65(100) | 28(100) |
| 6.1~7.0 | 3(4.6) | - | 18.1~20.0 | 4(6.1) | - | | | |
| 7.1~8.0 | 2(3.0) | 3(10.7) | 20.1~22.0 | 1(1.5) | - | | | |
| | | | | | | | | |

°: 낙안, 성읍, 하회; °: 양동(구릉지)

많다는 것을 나타내는 것이다. 그 반대로 구릉지 마을은 중심각이 큰 길이 많아진다.

두 번째로 나타난 특징은, 비고란과 비교해 볼 때 상대적으로 중심각이 큰 구간(90° ~140°)의 빈도가 낮다는 것이다. 이는 그림 1과 같이 길이 나누어지는 지계형 길이나 세총형 길의 빈도가 낮기 때문에 파악된다.

3. 곡률반경의 분포적 특징

표 3에 나타난 특징은 평균곡률반경의 분포가 폭넓게 분포(0.9~59.6m) 하는데, 특히 3~6m 구간에 집중적인 분포를 하는 것이다. 또한 1~6m 구간을 보면 50%가 분포하고 있다. 이러한 현상은 구릉지로 갈수록 더욱 심화될 것으로 보인다.

이 결과를 선행 연구와 비교해 보면, 金井 格(1991)은 원로(園路) 교차부의 모서리 절단반경이 최소한 5.5m가 필요하다고 하였지만, 지형의 경사도에 따라 달라져야 할 것으로 보인다. 또한 표 3에서 나타난 것과 같이 평균곡률반경이 6m 이하인 경우가 50%나 되기 때문에 지형, 주변조건, 갈림길의 수에 따라서 좀 더 폭넓게 적용할 필요성이 있을 것으로 판단된다. 미

국의 경우도 5.7m를 표준으로 한다는 설계기준(金井 格, 1991)이 있지만, 전통조경설계(傳統造景設計)에서는 4m 정도를 설계기준으로 설정해야 할 것으로 보인다.

표 3에 나타난 또 다른 특징은 지형(경사)에 따라 곡률반경의 분포가 다르게 나타난다. 평지마을은 곡률반경이 넓게 분포하면서 가장 긴 곡률반경을 가진 것이 있지만 상대적으로 구릉지 마을은 곡률반경이 짧다. 이를 안계복(1999, p. 103-104)과 비교해 보면 평지마을은 세갈래길이 많고 구릉지로 갈수록 여러갈래길의 출현빈도가 많아지며, 세갈래길 가운데에서도 평지마을은 직교형이 많지만 구릉지 마을은 지계형이 많아 상대적으로 좁은 각도로 만나는 길(중심각은 커짐)이 많기 때문에 곡률반경도 짧아진다고 볼 수 있다.

4. 평지마을 갈림길에 대한 회귀분석

평지마을에 있어서 중심각(δ)과 평균곡률반경(R) 사이에는 어떤 관계가 있는지를 분석하기 위해 SAS 회귀분석을 하였다. 우선 회귀분석에서 독립변수와 종속변수를 설정하는 것이 문제가 된다. 그런데 보행로의 선형설계를 할 때에는 2개의 직선부가 교차하는 교차

표 4. 평지마을 갈림길의 회귀분석 결과

| | 회 귀 모 형 | 오 차 평방합 | 유의확률 | 결정계수 | 더빈-왓슨의 검정통계량 | 관측수 |
|------|---|---------|-------|--------|--------------|-----|
| 단순회귀 | $R = 28.2 - 0.28\delta$ | 2427.4 | .0001 | 0.6136 | 0.905 | 66 |
| 역함수 | $R = -4.24 + 702.04/\delta$ | 401.0 | .0001 | 0.9362 | 2.570 | 66 |
| 다항회귀 | $R = 47.17 - 0.99\delta + 0.005\delta^2$ | 1162.4 | .0001 | 0.8150 | 1.292 | 66 |
| 로그변환 | $R = 52.89 - 11.32\log(\delta - 10.5)$ | 512.9 | .0001 | 0.9184 | 2.219 | 66 |
| 지수모형 | $R = 100.3 * \text{EXP}(-0.06 * \delta) + 3.91$ | 475.5 | | | | |

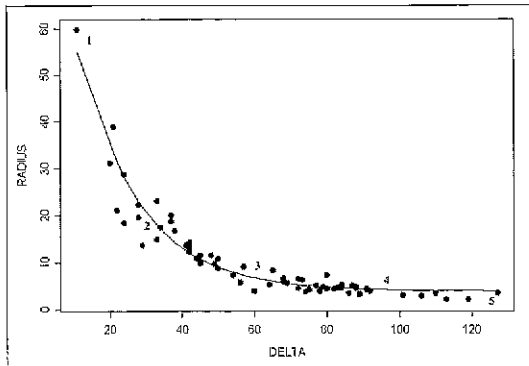


그림 2 평지마을 갈림길에 대한 비선형 지수모형 회귀분석 결과

각을 먼저 구하고, 교차각이 중심각과 같은 값을 가지므로 중심각으로부터 곡률반경을 계산하여 직선부를 접선으로 하는 원곡선을 그려 넣게 된다. 따라서 중심각이 독립변수가 되고 곡률반경이 종속변수로 표현되도록 관계식을 유도하는 것이 타당한 것으로 판단된다.

최적 회귀모형을 구하기 위해⁹⁾ 여러 가지 회귀분석 방법으로 분석을 실시한 결과는 표 4와 같다. 평지마을의 산포도(그림 2 참조)를 보면 역함수나 로그함수, 지수함수 어느 쪽이나 가능 할 것 같아 최적모형을 선정하는데 신중을 기해야 할 것으로 보인다. 표 4를 보면, 유의확률은 모두 0.001이하로 나타나 문제될 것이 없지만, R²값과 잔차분석(Durbin-Watson) 결과를 비교해 보면 로그변환하여 회귀식을 구한 것 보다 역함수로 구한 회귀식의 설명력(93.62%)이 좀 더 높아 더

적합한 모델로 판단 할 수도 있다.

그런데 오차평방합만을 비교해 보면 로그변환, 비선형 지수모형, 역함수 순으로 적합한 것 같다. 그러나 변수를 로그변환하여 구한 모델은 로그 특성상 최소 독립변수(δ) 값보다 작은 중심각에 대한 R값을 계산할 수 없다는 단점이 있고, 역함수 모델은 선행연구에서 채택된 것이 없어 범용성이 떨어질 가능성이 있기 때문에 좀 더 고찰을 한 후 결정하는 것이 좋을 것으로 보인다.

선행 연구자인 岸塚는 중심각과 변수변환을 한 곡률반경의 로그값을 나타낸 도표에서 방정식을 유도하였기 때문에 관계식이 곡률반경에 로그값을 취한 형태로 보인다. 그러나 岸塚의 관계식⁶⁾은 지수함수로 변환을 하여야 중심각으로부터 곡률반경을 구할 수 있다.

5. 최적 회귀모델의 선정

전항에서 고찰한 역함수, 로그함수, 비선형 지수모형의 세 모델에 대해서 좀 더 정확하게 판단하기 위해서는 모델이 곡률반경(R)을 어떻게 예측(표 6; 그림 2) 하는지에 대한 고찰을 할 필요성이 있다. 표 5는 표 2의 중심각의 분포적 특징을 참작하여 구성비가 10%이상인 구간은 5° 간격으로 나누었으며, 그밖에 특징 있는 중심각을 포함시켜 구간을 나누었다. 곡률반경은 MS Excel97로 계산한 것이다. 그림 2는 SAS 비선형 지수모형 회귀분석을 하여 얻은 결과를 바탕으로

표 5. 최적 회귀분석 모델 선정을 위한 R값 추정치 비교분석표

| R δ | R | | | | | R δ | R | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|--------|------|------|-----|------|-----|
| | 지수함수 | 역함수 | A* | 로그함수 | B* | | 지수함수 | 역함수 | A | 로그함수 | B |
| 10 | 59.0 | 66.2 | -7.2 | - | - | 85 | 45 | 42 | 0.3 | 4.1 | 0.4 |
| 11 | 55.8 | 59.8 | -4.0 | 60.7 | -5.0 | 90 | 4.4 | 3.8 | 0.6 | 3.4 | 1.0 |
| 20 | 34.1 | 31.3 | 3.0 | 27.4 | 6.7 | 100 | 4.2 | 3.0 | 1.2 | 2.0 | 2.1 |
| 25 | 26.3 | 24.1 | 2.2 | 22.6 | 3.7 | 110 | 4.0 | 2.4 | 1.7 | 0.8 | 3.2 |
| 30 | 20.5 | 19.4 | 1.1 | 19.3 | 1.2 | 120 | 4.0 | 1.8 | 2.2 | -0.3 | 4.3 |
| 40 | 13.0 | 13.5 | -0.5 | 14.6 | -1.6 | 127 | 4.0 | 1.6 | 2.4 | -0.9 | 4.9 |
| 45 | 10.7 | 11.6 | -0.9 | 12.8 | -2.2 | 130 | 4.0 | 1.4 | 2.6 | -1.3 | 5.3 |
| 50 | 8.9 | 10.0 | -1.1 | 11.3 | -2.4 | 140 | 3.9 | 1.0 | 2.9 | -2.2 | 6.1 |
| 60 | 6.7 | 7.7 | -1.0 | 8.7 | -2.1 | 150 | 3.9 | 0.7 | 3.3 | -3.0 | 6.9 |
| 70 | 5.4 | 6.0 | -0.6 | 6.6 | -1.2 | 160 | 3.9 | 0.4 | 3.5 | -3.8 | 7.7 |
| 75 | 5.0 | 5.3 | -0.3 | 5.7 | -0.7 | 170 | 3.9 | 0.1 | 3.8 | -4.5 | 8.4 |
| 80 | 4.7 | 4.8 | 0.0 | 4.9 | -0.1 | 179 | 3.9 | -0.1 | 4.0 | -5.1 | 9.1 |

* 지수함수 - 역함수; ** 지수함수 - 로그함수

MathSoft社의 S-PLUS4.0프로그램을 사용하여 그 래프를 그린 것이다.

먼저 비선형 지수함수모델과 역함수모델을 비교해 보자. 비선형 지수함수모델에서 구한 곡률반경을 기준으로 하여 역함수모델과 비교해 보면 작은 각인 10~11°에서는 7.2~4m 역함수가 더 크게 예측하며, 40°~75° 구간에서는 0.3~1.1m 정도 큰 값으로 추정되었다. 그 밖의 구간에서는 비선형 지수함수모델이 0.3~4m 가량 큰 값으로 추정하였다.

이것을 그림 2에서 고찰해 보면 역함수 회귀모델은 1-2-3-4-5 점을 잇는 곡선임을 알 수 있다. 이 역함수 모델은 지수함수모델에 비해 다음과 같은 특징을 갖고 있다. 중심각 10° 부근에서 작은 중심각의 변화에도 급격한 곡률반경의 변화를 보이고 있다. 또한 지수함수 모델은 평지마을 실측 최대 중심각인 127° 이후 곡률반경을 3.9m로 추정하는데 반해, 역함수 모델은 127°에서 1.6m 이후, 170°에서는 곡률반경을 10cm, 이론상의 최대치인 179°에서는 존재할 수 없는 -10cm로 추정하고 있다.

그 다음 비선형 지수모델과 로그변환 모델을 비교해 보면 10°에서는 로그함수 특성상^{*)} 곡률반경을 추정할 수 없다. 또한 비선형 모델보다 작은 중심각의 변화에도 급격한 곡률반경의 변화를 보이고 있다. 로그변환 모델에 의한 곡선^{*)}은 특히 δ가 120° 이후에는 R이 음수로 추정되어 120°보다 큰 각에서는 적용할 수 없는 모델이다

이러한 관점에서 볼 때 평지마을 갈림길에 대한 모델은 비선형 지수모형 회귀분석으로 추정된 것이 가장 적당한 것으로 판단된다.

6. 선행연구와 비교고찰

표-6은 선행연구인 岸塚正昭(1969)의 $13.5\log(R-5.8) = 39-\delta$ 식과 평지마을의 비선형 회귀모델인 $R=100.3*EXP(-0.06*\delta)+3.91$ 의 식을 비교한 것이다. 예측된 곡률반경을 비교하기 위한 중심각의 구분은 岸塚正昭가 실측조사한 자료를 근간으로 하여 등급을 나누되 특정의 값을 추가하여 구분하였다. 두 모델은 모두 평지를 대상으로 하였다는 점은 같으나 岸塚正昭는 개활지를 대상으로 한 반면에, 본 연구는 평지마을을 대상으로 하였기에 어느 정도의 제약조건이 있었다.

두 모델의 차이점은 우선 岸塚이 실측한 자료 밖인 10~15°에서 나타나고 있다. 곡률반경의 예측이 21.06m에서 87.5m까지 많은 차이를 보이고 있다. 이 구간은 모델 특성상 조그만 차이에도 많은 차이를 보이고 있는 구간이기 때문에 세심한 자료수집이 요망된다. 게다가 岸塚의 자료는 중심각의 최소치가 18.5도 이므로 岸塚모델을 현실에 적용하는데에는 한계가 있을 것으로 판단된다.

그 다음 구간은 20~51.5°로 岸塚의 모델이 곡률반경을 2.5~10.26m 까지 작게 예측하고 있다.

마지막으로 岸塚의 모델은 실측 최대 각도인 51.5°

표 6. 岸塚모델과 본 연구 모델과의 비교

| δ \ R | K1 ^a | K2 ^b | A ^c | K2-A | δ \ R | K 1 | K 2 | A | K2-A |
|--------------|-----------------|-----------------|----------------|--------|--------------|------|------|-------|--------|
| 10.0 | - | 146.45 | 58.96 | 87.50 | 34.0 | 8.20 | 8.15 | 16.95 | - 8.81 |
| 11.0 | - | 146.45 | 55.75 | 68.65 | 35.0 | 7.80 | 7.78 | 16.19 | - 8.41 |
| 15.0 | - | 65.75 | 44.69 | 21.06 | 41.0 | 6.40 | 6.51 | 12.48 | - 5.97 |
| 18.5 | 38.10 | 38.80 | 36.96 | 1.84 | 51.5 | 6.00 | 5.92 | 8.47 | - 2.56 |
| 20.0 | - | 31.35 | 34.12 | - 2.77 | 60.0 | - | 5.83 | 6.65 | - 0.82 |
| 22.0 | 24.10 | 23.97 | 30.70 | - 6.74 | 70.0 | - | 5.81 | 5.41 | 0.39 |
| 22.5 | 22.70 | 22.48 | 29.91 | - 7.43 | 80.0 | - | 5.80 | 4.74 | 1.07 |
| 23.5 | 20.00 | 19.87 | 28.40 | - 8.53 | 90.0 | - | 5.80 | 4.36 | 1.44 |
| 24.5 | 17.80 | 17.66 | 26.97 | - 9.31 | 127.0 | - | 5.80 | 3.96 | 1.84 |
| 25.5 | 15.80 | 15.80 | 25.63 | -9.83 | 150.0 | - | 5.80 | 3.92 | 1.88 |
| 27.5 | 13.30 | 12.91 | 23.17 | -10.26 | 179.0 | - | 5.80 | 3.91 | 1.89 |

^a: 岸塚이 실측한 곡률반경(m), ^b: 岸塚이 제시한 모델에 의한 계산;
^c: SAS 비선형 지수함수 회귀모델에 의한 계산

에서 R을 5.92m로 예측한 후 이론상의 한계치인 179°까지 5.8m에 예측하는 반면에, 본 연구 모델은 실측 최대 각도인 127°에서 R을 3.96m로 예측한 후 179°에서는 3.91m로 거의 변화가 없다. 이 모델 특정한 실측 최대각 이후에는 예측에 큰 변화가 없으므로 자료수집에 신중을 기해야 할 것으로 판단된다.

또한 지금까지 원로(園路) 교차부 최소절단 반경이 5.5~5.7m가 필요하다는 관점은 재검토될 필요성이 있으며, 평지마을 갈림길 설계에서는 3.9m 정도가 적당할 것으로 판단된다.

지금까지의 결과를 두고 볼 때, 특히 두 모델은 모두 지수함수 곡선식이기 때문에 양극단 부위에 해당되는 곳에서는 신중을 기해야 할 것으로 판단된다. 즉 예측곡선이 Y축에 근접한 곳에서는 조그만 X값의 변화에도 큰 Y값의 변화를 가져오게 된다. 그 반대로 예측곡선이 X축에 근접한 곳에서는 적은 Y값의 변화에도 X값은 많은 예측 범위에 영향을 미치게 된다.

따라서 이러한 예측 모델을 위한 연구에서는 양극단의 자료를 어디까지 얼마나 포함하고 있는냐에 따라서 예측 모델의 효용성과 유용성이 넓어진다고 판단된다. 이번 평지 마을에 관한 연구에서도 중심각이 20~30°, 70~90°인 곳의 자료는 많지만 그 밖의 구간은 많은 편은 아니라고 생각된다. 추후 연구들은 이러한 점들을 좀 더 보완하여 준구릉지와 구릉지 마을에 대한 논문을 발표하고자 한다.

IV. 결론

본 연구는 낙안, 성읍, 하회 3개 평지마을의 갈림길을 실측하여 조사된 66개의 자료를 바탕으로 중심각과 곡률반경이 어떤 관련성을 갖는지 분석하고자 하였다. 실측된 자료는 여러 가지 SAS 회귀분석을 통해 최적 모델을 찾고자 하였다. 그 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 전통마을 갈림길의 선형은 단원곡선(單圓曲線)이 아니라 대부분 복합곡선(複合曲線)으로 되어 있다.

2. 평지마을 갈림길 중심각의 최소는 11°, 최대는 127°, 평균은 63.9°로 조사되었다

3. 평지마을 중심각의 분포는 구릉지 마을에 비해 상대적으로 중심각이 작은 구간(11°~40°)에서 빈도가 높고, 큰 구간(90°~140°)에서는 상대적으로 빈도가 낮은 것으로 나타났다.

4. 평균곡률반경의 분포는 0.9~59.6m까지 폭넓게 조사되었는데, 1~6m 구간에 50%가 분포하고 있는 것으로 조사되었다.

5. 평지마을의 중심각은 구릉지마을 보다 작은 반면에 평균곡률반경은 긴 것으로 나타났다.

6. 평지마을 갈림길의 회귀 모델을 추정해 본 결과 비선형 지수모형으로 회귀분석을 한 것이 가장 유용한 것으로 판단되며, 이 때의 식은 $R = 100.3 * \text{EXP}(-0.06 * \delta) + 3.91$ 인 것으로 나타났다.

7. 岸塚正昭(1969)의 연구결과와 비교해 볼 때 상당한 차이가 있음을 알 수 있었다. 그 원인은 δ 와 R 양극단에 위치한 실측자료에 기인한 것으로 판단된다.

8. 평지마을 갈림길 최소 곡률반경은 3.9m로 나타났다으며, 이는 지금까지의 알려진 원로 최소 곡률반경 5.8m를 재검토해야 할 필요성이 있다고 판단된다.

주1. 한국정원학회지 제18권 2호 참조

주2. 단원곡선은 하나의 원곡선을 중간에 두고 양쪽에 직선인 연결된 곡선, 복합곡선은 曲率이 다른 2개 이상의 원곡선으로 이루어진 곡선, 일반적인 도로선형설계에서는 곡률의 차가 클 경우 두 개의 원곡선 사이에 중간의 곡률을 가진 원곡선이나 원화곡선을 넣는다 원화곡선이란 곡률이 서서히 변화하는 곡선.

주3. 연구방법에서 언급한 것처럼 조사방법상 7m 구간내에 있는 변곡점을 찾았기 때문에 127°로 조사되었다. 물론 변곡점을 찾는 구간을 바꾸면 이 보다도 더 큰 각도도 찾을 수 있다고 본다. 그러나 전통 마을길은 불규칙한 삼각함수의 곡선처럼 변곡이 심하기 때문에 조사 구간을 넓히면 그 안에 여러 개의 변곡점이 있게 되므로 중심각을 찾기가 어렵게 된다.

주4. 길의 분지각도 180° - 중심각

주5. 먼저 산포도 분석을 통해 두 변수 사이의 관계를 파악하고 난 다음, 유의확률, 오차평방법(SSE), 잔차, R2 분석 등을 통해 더 적합한 회귀모델을 추정하게 된다.

주6. 岸塚의 관계식은 $13 \log(R - 5.8) = 39 - \delta$ 의 형태로 제시되

고 있어 의견상으로는 R 이 독립변수이고 δ 가 종속변수인 것처럼 보인다

- 주7. 모델이 $R=52.89=-11.32\log(\delta-10.5)$ 이다. 로그의 진수는 항상 0이 아닌 양수가 되어야 한다
- 주8. $20\sim 30^\circ$ 구간에서는 지수함수모델보다 곡률반경을 1.2~6.7m 작게 추정하고 있다. $40\sim 80^\circ$ 구간에서는 지수함수 모델보다 0.1~2.4m 크게 추정하고 있고, $85\sim 110^\circ$ 구간에서는 계속 커져 9.1m 까지 차이가 나고 있다 그림 2에 서는 1-2-3-5를 잇는 선이 된다.

인용문헌

1. 권호진, 진명섭(1997) 최신도로공학. 서울: 기문당 91-93
2. 김용미(1985) 한국농촌마을의 건축적 질서에 관한 연구. 서울대 석사학위논문.
3. 나정화(1985) 경사지 원로의 선형분석. 경북대 대학원 석사학위논문. p. 32
4. 남영국 외(1990) 도로의 구조·시설기준에 관한 규정해설 및 지침. 건설부 p 197.
5. 안계복(1995) 장인정신 되살리는 광범위한 의식의 대전환 요구. 환경과 조정 9월호: 93-94
6. 안계복(1999) 한국전통마을에 있어서 갈림길의 유형과 형태에 관한 연구 한국조경학회지 27(1) 101-109.
7. 金井 格 외(1991) 편집부 역. 도로와 광장의 포장공사 도서출판 국제 pp. 147-151
8. 岸塚正昭(1969) 園路の曲率に關する基礎的研究 造園雜誌 32(4). 24-30.