

# 한국 어린이를 위한 복사 공간에서의 투사 면적에 관한 연구

## Visible Project Area for Korean Child (Six Years Old) in Radiant Enclosures

손 철 수\*, 최 민 권\*\*  
Cheol-soo Son, Min-kwon Choe

### Abstract

The purpose of this paper is to find a visible project area for an average six year old Korean child in radiant enclosures having standing pose. The results using this method will be necessary to find effective radiation area, effective radiation area factor, form factor, and mean radiant temperature for an average six years old Korean at arbitrary view point. This average six years old Korean child consists of 3012 triangles. The methods to find visible project area of an average six years old Korean at arbitrary view point will be presented. The visible project area for Korean child is needed for evaluating thermal comfort for six years old Korean child. The biggest visible project area of an average six years old Korean is  $2,061.0\text{cm}^2$  at the view point of  $\alpha$  0.0 degree and  $\beta$  0.0 degree, and the smallest visible real area of an average six years old Korean is  $567.1\text{cm}^2$  at the view point of  $\alpha$  15.0 degree and  $\beta$  90.0 degree.

### I. 서 론

인류사회가 점점 도시화, 기계화, 그리고 정보화된 사회로 접어들면서 대부분의 인간들의 생활은 이전 사회의 환경과 비교하여 인위적인 공간에서 보내는 시간이 많아지고 있는 실정이다. 특히, 초등학교 취학전의 유치원 6세 어린이들의 인위적인 실내 공간에서의 활동 시간은 다른 연령의 어린이들에 비교하여 많은 것으로 사료된다. 이 같은 상황에서 6세 어린이들을 위한 적정 환경 조건의 설정이 시급한 실정이다. 어린이들

은 여러 가지 방향으로 환경에 반응한다. 여러 요인들은 그들의 건강에 직간접적으로 영향을 미친다. 즉, 어린이들의 인위적인 실내공간에서 색채와 가구, 바깥쪽으로는 개구부, 공기의 질(열, 습도, 공기 이동), 소음, 조명, 그리고 점유 어린이의 수 등이다. 많은 인체 쾌적 요소와 원리들 가운데서, 환경시스템에 의해 영향을 받는 것들은 온도, 복사열, 습도, 공기 이동, 그리고 소음 등이다.

특히 복사열은 여러 종류의 인위적 환경요소 중에서 열적 쾌적에 영향을 미치는 중요한 요인이다. P.O. Fanger[7] 박사는 인간에게 있어 열적 쾌적환경에 관한 조건을 연구 하였다. 이 연구는 미국 대학생들을 대상으로 시행 하였다. 그러나 현재 한국 어린이(6세)를 위한 연구는 전무한 실

\* 계명대학교 건축공학과 조교수  
\*\* 계명대학교 건축공학과 교수  
이 연구는 1998년도 계명대학교 산업기술연구소 연구비 지원에 의해 수행되었음

정이다. 이연구를 위하여, 메니킨을 사용한, 3차원의 "humans"[9]와 한국 통계 연감[12]을 사용하여 3012의 삼각형으로 구성된 6세 한국 어린이에 대한 표면 데이터를 작성 하였다. 표준 한국 성인의 인체 표면 데이터 작성 방법은 이전 연구[4]에 언급되어 있다.

인위적 복사공간에서 6세 한국 어린이의 쾌적 상태를 평가하기 위해 평균 복사 온도(MRT)가 필요하다. 이를 위해 한국 6세 어린이의 가시 투사 면적, 가시 투사 면적을, 유효 복사 면적, 유효 복사 면적을, 형태 계수를 산출하기 위해 가시 투사면적의 산출이 필수적으로 필요하다.

이 논문의 목적은 6세 한국 어린이에 대한 쾌적 상태를 평가하기 위해 필요한 평균 복사 온도를 결정하기 위한 6세 한국 어린이의 가시 투사면적을 산출하는데 있다. 이를 위하여 구 좌표계의 시점을 직교 좌표계의 시점( $x_0, y_0, z_0$ )으로 변환하는 방법과, 3012개의 삼각형으로 구성된 6세 한국 어린이의 각 삼각형의 실제 면적을 산출하는 방법, 각 삼각형의 투사면적을 산출하는 방법, 각 시점에서의 비가시 삼각형을 포함한 삼각형의 면적을 산출하는 방법, 그리고 각 시점에서의 비가시 삼각형을 제외한 가시 삼각형의 면적과 가시 삼각형의 투사면적을 산출하는 방법을 기술하고자 한다. 또한, 이 방법을 이용한 결과는 6세 한국 어린이의 가시 투사 면적, 가시 투사 면적을, 유효 복사 면적, 유효 복사 면적을, 형태 계수, 그리고 평균 복사온도를 도출하기 위해 필수적으로 필요하다.

## II. 연구의 방법

6세 한국 어린이에 대한 표면 데이터를 작성 하기 위하여 메니킨을 사용한, 3차원의 "humans"[9]와 한국 통계 연감[12]을 사용 하였다. 여기서 만들어진 6세 한국 어린이에 대한 표면 데이터를 가지고 다음의 단계가 고려 된다.

1) 구 좌표계의 시점을 직교 좌표계의 시점( $x_0, y_0, z_0$ )으로 변환

2) 3012개의 삼각형으로 구성된 6세 한국 어린이의 각 삼각형의 실제 면적 산출

3) 3012개의 삼각형으로 구성된 6세 한국 어린이의 각 삼각형의 투사면적 산출

4) 각 시점에서의 비가시 투사 삼각형을 포함한 투사 삼각형의 면적 산출

5) 각 시점에서의 비가시 투사 삼각형을 제외한 가시 투사 삼각형의 면적 산출

위의 모든 단계들은 Fortran 컴퓨터 언어를 사용하여 프로그래밍 하였다. 구체적인 방법은 다음과 같다.

### 1. 구 좌표계의 시점을 직교 좌표계의 시점( $x_0, y_0, z_0$ )으로 변환

6세 한국 어린이의 가시 투사면적을 추출하기 위해 직교 좌표계의 시점( $x_0, y_0, z_0$ )성분이 필요하다. 구 좌표계의 시점을 직교 좌표계의 시점( $x_0, y_0, z_0$ )으로 변환하기 위해 다음의 단계가 요구 된다[6].

$$\sin(\beta) = \frac{y}{r}$$

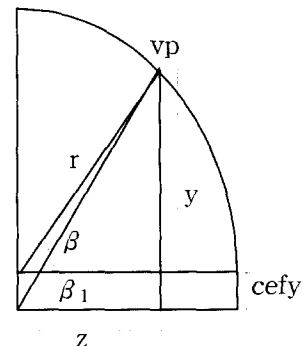
$$y = r \sin(\beta) \dots \dots \dots (1)$$

위의 방정식에서  $y$ 는  $\beta$ 와  $r$ 의 함수이다.

$$\tan(\beta) = \frac{y}{z} \dots \dots \dots (2)$$

위의 방정식에서  $\beta$ 는  $y$ 와  $z$ 의 함수이다.

방정식 (2)를 방정식 (1)에 대입하면 다음의 방정식 (3)이 얻어 진다.



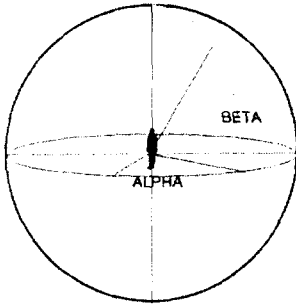


그림 1. 좌표계에서 시점과 시점의 위치

$$z = \frac{y}{\tan(\beta)} = \frac{r \sin(\beta)}{\tan(\beta)} \dots \dots \dots (3)$$

위의 방정식에서 Z는 r과 β의 함수이다.

$$\tan(\beta_1) = \frac{(y + cefy)}{z} \dots \dots \dots (4)$$

방정식 (4)에서 β<sub>1</sub>은 z, y, 그리고 cefy의 함수이다.

방정식 (1)과 (3)을 방정식 (4)에 대입하면 다음의 방정식이 구하여 진다.

$$\tan(\beta_1) = \frac{r \sin(\beta) + cefy}{r \cos(\beta)}$$

$$\beta_1 = \tan^{-1} \frac{r \sin(\beta) + cefy}{r \cos(\beta)}$$

여기서 6세 한국 어린이의 경우 cefy는 71.6cm이다.

위의 방정식에서 β<sub>1</sub>은 r, β, 그리고 cefy의 함수이다.

유도된 방정식을 이용하면 구 좌표계의 시점을 직교 좌표계의 시점(x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>, z<sub>0</sub>)으로 변환 시킬 수 있으며 직교 좌표계의 시점(x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>, z<sub>0</sub>)의 성분과 관련한 방정식은 아래와 같다.

$$x_0 = r \cos(\beta_1) \sin(\alpha)$$

$$y_0 = r \sin(\beta_1)$$

$$z_0 = r \cos(\beta_1) \cos(\alpha)$$

## 2. 6세 한국 어린이를 구성하고 있는 삼각형의 실제 면적 결정

6세 한국 어린이에 대한 데이터를 사용하면 각 삼각형의 x, y, 그리고 z 성분을 구할 수 있다. A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, 그리고 A<sub>3</sub>에 대한 성분과 다음의 방정식을 사용하여 실제 각 삼각형의 면적이 구하여 진다.

$$Areal = \sqrt{(s(s - a_1)(s - a_2)(s - a_3))}$$

$$2s = a_1 + a_2 + a_3$$

여기서 Areal은 실제 삼각형의 면적이고, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> 그리고 a<sub>3</sub>는 삼각형 각 변의 길이이다.

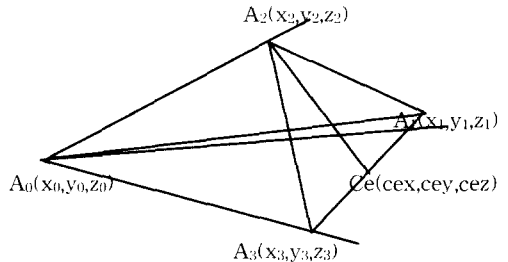


그림 2. 삼각형의 실제 면적

## 3. 6세 한국 어린이를 구성하고 있는 삼각형의 투사 면적 산출

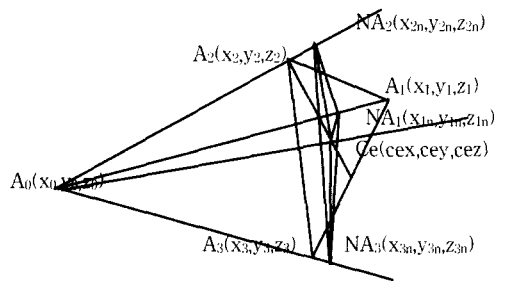


그림 3. 삼각형의 투사 면적

6세 한국 어린이를 구성하고 있는 3,012개 삼각형의 투사 면적을 산출하는 방법은 다음과 같다.

1)  $A_0C_e$ 의 벡터 방정식은 다음과 같다.

$$\vec{tor} A_0 C_e = (Cex - x_0, Cey - y_0, Cez - z_0)$$

2) Vector  $A_0C_e$ 에 수직인 평면 방정식은 다음의 식 (1)과 같다.

$$(Cex - x_0)(x - Cex) + (Cey - y_0)(y - Cey) + (Cez - z_0)(z - Cez) = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

3) 직선  $A_0A_1, A_0A_2, A_0A_3$  방정식은 다음의 식 (2), (3), 그리고 (4)와 같다.

$$\frac{x - x_0}{x_1 - x_0} = \frac{y - y_0}{y_1 - y_0} = \frac{z - z_0}{z_1 - z_0} = c_1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{x - x_0}{x_2 - x_0} = \frac{y - y_0}{y_2 - y_0} = \frac{z - z_0}{z_2 - z_0} = c_2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{x - x_0}{x_3 - x_0} = \frac{y - y_0}{y_3 - y_0} = \frac{z - z_0}{z_3 - z_0} = c_3 \quad \dots\dots\dots (4)$$

4) 직선  $A_0A_1$ 상의 임의의 점  $P(x,y,z)$ 의  $x, y,$  그리고  $z$ 의 성분은 식 (2)를 사용하면 다음의 식 (5)와 같다.

$$\begin{aligned} x &= (x_1 - x_0) c_1 + x_0 \\ y &= (y_1 - y_0) c_1 + y_0 \\ z &= (z_1 - z_0) c_1 + z_0 \quad \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

5) 직선  $A_0A_2$ 상의 임의의 점  $P(x,y,z)$ 의  $x, y,$  그리고  $z$ 의 성분은 식 (3)를 사용하면 다음의 식 (6)과 같다.

$$\begin{aligned} x &= (x_2 - x_0) c_2 + x_0 \\ y &= (y_2 - y_0) c_2 + y_0 \\ z &= (z_2 - z_0) c_2 + z_0 \quad \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

6) 직선  $A_0A_3$ 상의 임의의 점  $P(x,y,z)$ 의  $x, y,$  그리고  $z$ 의 성분은 식 (4)를 사용하면 다음의 식 (7)와 같다.

$$\begin{aligned} x &= (x_3 - x_0) c_3 + x_0 \\ y &= (y_3 - y_0) c_3 + y_0 \\ z &= (z_3 - z_0) c_3 + z_0 \quad \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

7) 식 (5)의  $p(x,y,z)$ 를 평면 방정식 (1)에 대입하면 다음과 같고  $c_1$ 에 관하여 정리하면 식 (8)과 같다.

$$\begin{aligned} &(Cex - x_0)((x_1 - x_0) c_1 + x_0 - Cex) + \\ &(Cey - y_0)((y_1 - y_0) c_1 + y_0 - Cey) + \\ &(Cez - z_0)((z_1 - z_0) c_1 + z_0 - Cez) = 0 \\ c_1 &= \frac{(Cex - x_0)^2 + (Cey - y_0)^2 + (Cez - z_0)^2}{(Cex - x_0)(x_1 - x_0) + (Cey - y_0)(y_1 - y_0) + (Cez - z_0)(z_1 - z_0)} \quad \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

8) 식 (6)의  $p(x,y,z)$ 를 평면 방정식 (1)에 대입하면 다음과 같고  $c_2$ 에 관하여 정리하면 식 (9)과 같다.

$$\begin{aligned} &(Cex - x_0)((x_2 - x_0) c_2 + x_0 - Cex) + \\ &(Cey - y_0)((y_2 - y_0) c_2 + y_0 - Cey) + \\ &(Cez - z_0)((z_2 - z_0) c_2 + z_0 - Cez) = 0 \\ c_2 &= \frac{(Cex - x_0)^2 + (Cey - y_0)^2 + (Cez - z_0)^2}{(Cex - x_0)(x_2 - x_0) + (Cey - y_0)(y_2 - y_0) + (Cez - z_0)(z_2 - z_0)} \quad \dots\dots\dots (9) \end{aligned}$$

9) 식 (7)의  $p(x,y,z)$ 를 평면 방정식 (1)에 대입하면 다음과 같고  $c_3$ 에 관하여 정리하면 식 (10)과 같다.

$$\begin{aligned} &(Cex - x_0)((x_3 - x_0) c_3 + x_0 - Cex) + \\ &(Cey - y_0)((y_3 - y_0) c_3 + y_0 - Cey) + \\ &(Cez - z_0)((z_3 - z_0) c_3 + z_0 - Cez) = 0 \\ c_3 &= \frac{(Cex - x_0)^2 + (Cey - y_0)^2 + (Cez - z_0)^2}{(Cex - x_0)(x_3 - x_0) + (Cey - y_0)(y_3 - y_0) + (Cez - z_0)(z_3 - z_0)} \quad \dots\dots\dots (10) \end{aligned}$$

10) 식 (8)의  $c_1$ 을 식 (5)에 대입하여 정리하면 아래와 같다.

$$\begin{aligned} x_{1n} &= (x_1 - x_0) c_1 + x_0 \\ y_{1n} &= (y_1 - y_0) c_1 + y_0 \\ z_{1n} &= (z_1 - z_0) c_1 + z_0 \end{aligned}$$

11) 식 (9)의  $c_2$ 를 식 (6)에 대입하여 정리하면 아래와 같다.

$$\begin{aligned} x_{2n} &= (x_2 - x_0) c_2 + x_0 \\ y_{2n} &= (y_2 - y_0) c_2 + y_0 \\ z_{2n} &= (z_2 - z_0) c_2 + z_0 \end{aligned}$$

12) 식 (10)의  $c_3$ 을 식 (7)에 대입하여 정리하면 아래와 같다.

$$\begin{aligned} x_{3n} &= (x_3 - x_0) c_3 + x_0 \\ y_{3n} &= (y_3 - y_0) c_3 + y_0 \\ z_{3n} &= (z_3 - z_0) c_3 + z_0 \end{aligned}$$

위에서 도출된 투사삼각형의 세점의  $x, y, z$  성분과 II-2의 방법을 사용하여 6세 한국 어린이를 구성하고 있는 3,012개 삼각형의 투사 면적을 산출한다.

#### 4. 각 시점에서의 비가시 투사삼각형을 포함한 6세 한국 어린이에 대한 가시 투사면적 산출

여기에서 각 삼각형의 꼭지점과 시점은 임의의 점이다. 각 시점에서의 비가시 투사 삼각형을 포함한 6세 한국 어린이에 대한 가시 투사면적을 산출하는 절차는 아래와 같다.

1) 법선 벡터  $N$ 을 산출하면 다음의 식 (1)과 같다.

$$N = a \times b$$

$$\text{vector } a = \text{vector } A_1A_2 = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$$

$$\text{vector } b = \text{vector } A_1A_3 = (x_3 - x_1, y_3 - y_1, z_3 - z_1)$$

$$\text{법선 벡터 } N = (N_x, N_y, N_z) = a \times b$$

$$N_x = (y_2 - y_1)(z_3 - z_1) - (z_2 - z_1)(y_3 - y_1)$$

$$N_y = (z_2 - z_1)(x_3 - x_1) - (x_2 - x_1)(z_3 - z_1)$$

$$N_z = (x_2 - x_1)(y_3 - y_1) - (y_2 - y_1)(x_3 - x_1) \dots \dots \dots (1)$$

2) 삼각형의 중점  $A_1A_2A_3(Cex, Cey, Cez)$ 에서 시점  $A_0(x_0, y_0, z_0)$ 으로 연장한 벡터  $W$ 를 산출하면 다음의 식 (2)와 같다.

$$\begin{aligned} \text{vector } W &= (W_x, W_y, W_z) \\ &= (x_0 - Cex, y_0 - Cey, z_0 - Cez) \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$

3) 가시 평면(삼각형)을 추출 한다.

만약 투사평면(삼각형)이 시점에서 가시된다면, 절차 1)에서의 벡터  $N$ 과 절차 2)에서의 벡터  $W$ 의 dot product는 양의 값을 갖는다.

#### 5. 각 시점에서의 비가시 투사 삼각형을 제외한 6세 한국 어린이에 대한 가시 투사면적 산출

II-4의 2) 단계와 3) 단계를 사용하여 한국 6세 어린이를 구성하고 있는 각 투사삼각형의 가시 상태를 확인하였다. 다음의 단계는 각 시점에서의 비가시 투사삼각형을 제외한 6세 한국 어린이에 대한 가시 투사면적을 산출하는 것이다. 이것에 대한 절차는 다음과 같다.

(1) 삼각형의 세점으로 구성되는 평면 방정식 산출 (각 삼각형의 면 방정식)

1) 평면에 관한 일반 방정식은 다음의 식 (1)과 같다.

$$ax + by + cz + d = 0 \dots \dots \dots (1)$$

2) 삼각형의 세점을  $(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2)$ , 그리고  $(x_3, y_3, z_3)$ 를 평면에 관한 일반 방정식 (1)에 대입하면 다음의 식 (2), 식 (3), 그리고 식 (4)와 같다.

$$ax_1 + by_1 + cz_1 + d = 0 \dots \dots \dots (2)$$

$$ax_2 + by_2 + cz_2 + d = 0 \dots \dots \dots (3)$$

$$ax_3 + by_3 + cz_3 + d = 0 \dots \dots \dots (4)$$

3) 식 (2)와 식 (3)을 연립하면 다음의 식(5)와 같다.

$$a(x_1 - x_2) + b(y_1 - y_2) + c(z_1 - z_2) = 0 \dots \dots \dots (5)$$

식 (2)와 식 (4)를 연립하면 다음의 식 (6)과 같다.

$$a(x_1 - x_3) + b(y_1 - y_3) + c(z_1 - z_3) = 0 \dots \dots \dots (6)$$

4) 식 (5)로부터 다음의 식 (7)이 구하여 진다.

$$b = \frac{1}{(y_1 - y_2)} [(x_2 - x_1)a + (z_2 - z_1)c] \dots\dots\dots (7)$$

식 (6)으로부터 다음의 식 (8)이 구하여 진다.

$$c = \frac{1}{(z_1 - z_3)} [(x_3 - x_1)a + (y_3 - y_1)b] \dots\dots\dots (8)$$

5) 식 (8)을 식 (7)에 대입하면 다음의 식 (9)가 구하여 진다.

$$b = ka \dots\dots\dots (9)$$

여기서 k는 다음과 같다.

$$k = \frac{(z_1 - z_3)(x_2 - x_1) + (z_2 - z_1)(x_3 - x_1)}{(y_1 - y_2)(z_1 - z_3) - (y_3 - y_1)(z_2 - z_1)}$$

6) 식 (9)를 식 (8)에 대입하면 다음의 식 (10)이 구하여 진다.

$$c = \frac{(x_3 - x_1) + (y_3 - y_1)k}{(z_1 - z_3)} a \dots\dots\dots (10)$$

7) 식 (9)와 식 (10)을 식 (2)에 대입하면 다음의 식 (11)이 구하여 진다.

$$d = -ax_1 + ky_1 + \frac{(x_3 - x_1) + (y_3 - y_1)k}{(z_1 - z_3)} z_1 \dots\dots\dots (11)$$

8) 식 (9)와 식 (10) 그리고 식 (11)을 식 (1)에 대입하면 다음의 삼각형의 세점을 포함하는 일반 방정식이 구하여 진다.

$$x + ky + \frac{(x_3 - x_1) + (y_3 - y_1)k}{(z_1 - z_3)} z - [x_1 + ky_1 + \frac{(x_3 - x_1) + (y_3 - y_1)k}{(z_1 - z_3)} z_1] = 0$$

(2) 각 시점에서 삼각형의 세점을 연결하여 단계 (1)에서 구한 삼각형의 세점을 포함하는 평면과 연결직선과 만나는 세점을 추출

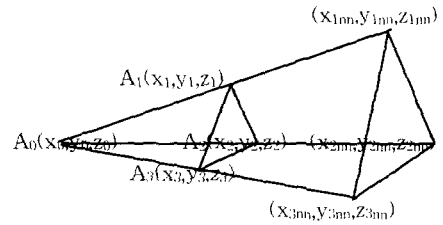


그림 4. 직선과 평면의 교차점

1) A0A1, A0A2, 그리고 A0A3의 직선의 방정식은 다음의 식 (1), 식 (2), 그리고 (3)과 같다.

$$\frac{(x - x_0)}{(x_1 - x_0)} = \frac{(y - y_0)}{(y_1 - y_0)} = \frac{(z - z_0)}{(z_1 - z_0)} = c_{10} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{(x - x_0)}{(x_2 - x_0)} = \frac{(y - y_0)}{(y_2 - y_0)} = \frac{(z - z_0)}{(z_2 - z_0)} = c_{20} \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{(x - x_0)}{(x_3 - x_0)} = \frac{(y - y_0)}{(y_3 - y_0)} = \frac{(z - z_0)}{(z_3 - z_0)} = c_{30} \dots\dots\dots (3)$$

2) 직선 A0A1 상의 임의의 점 p는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} x &= (x_1 - x_0)c_{10} + x_0 \\ y &= (y_1 - y_0)c_{10} + y_0 \\ z &= (z_1 - z_0)c_{10} + z_0 \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

직선 A0A2 상의 임의의 점 p는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} x &= (x_2 - x_0)c_{20} + x_0 \\ y &= (y_2 - y_0)c_{20} + y_0 \\ z &= (z_2 - z_0)c_{20} + z_0 \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

직선 A0A3 상의 임의의 점 p는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} x &= (x_3 - x_0)c_{30} + x_0 \\ y &= (y_3 - y_0)c_{30} + y_0 \\ z &= (z_3 - z_0)c_{30} + z_0 \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

3) 식 (4), (5), 그리고 식 (6)을 평면 방정식에 대입하면, 다음의 식 (7), 식 (8), 그리고 (9)와 같다.

### III. 결과 및 토의

$$c_{10} = \frac{(z_1 - z_3)[(x_1 - x_0) + k(y_1 - y_0)] + (z_1 - z_0)[(x_3 - x_1) + (y_3 - y_1)k]}{(z_1 - z_3)[(x_1 - x_0) + k(y_1 - y_0)] + (z_1 - z_0)[(x_3 - x_1) + (y_3 - y_1)k]} \dots\dots\dots(7)$$

$$c_{20} = \frac{(z_1 - z_3)[(x_1 - x_0) + k(y_1 - y_0)] + (z_1 - z_0)[(x_3 - x_1) + (y_3 - y_1)k]}{(z_1 - z_3)[(x_2 - x_0) + k(y_2 - y_0)] + (z_2 - z_0)[(x_3 - x_1) + (y_3 - y_1)k]} \dots\dots\dots(8)$$

$$c_{30} = \frac{(z_1 - z_3)[(x_1 - x_0) + k(y_1 - y_0)] + (z_1 - z_0)[(x_3 - x_1) + (y_3 - y_1)k]}{(z_1 - z_3)[(x_3 - x_0) + k(y_3 - y_0)] + (z_3 - z_0)[(x_3 - x_1) + (y_3 - y_1)k]} \dots\dots\dots(9)$$

4) 식 (7)을 식(4)에 대입하면, 다음의 식 (10)과 같다

$$\begin{aligned} X_{1nn} &= (X_1 - X_0)c_{10} + X_0 \\ Y_{1nn} &= (Y_1 - Y_0)c_{10} + Y_0 \\ Z_{1nn} &= (Z_1 - Z_0)c_{10} + Z_0 \dots\dots\dots (10) \end{aligned}$$

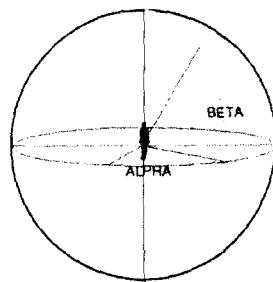
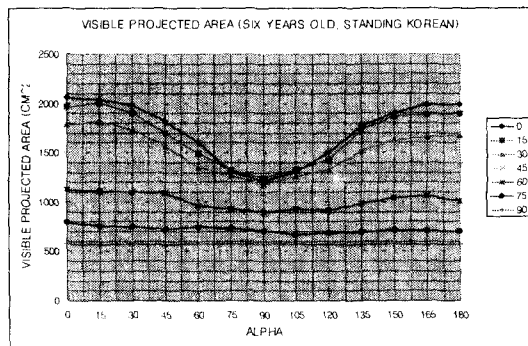
5) 식 (8)을 식(5)에 대입하면, 다음의 식 (11)과 같다

$$\begin{aligned} X_{2nn} &= (X_2 - X_0)c_{20} + X_0 \\ Y_{2nn} &= (Y_2 - Y_0)c_{20} + Y_0 \\ Z_{2nn} &= (Z_2 - Z_0)c_{20} + Z_0 \dots\dots\dots (11) \end{aligned}$$

6) 식 (9)를 식(6)에 대입하면, 다음의 식 (12)와 같다

$$\begin{aligned} X_{3nn} &= (X_3 - X_0)c_{30} + X_0 \\ Y_{3nn} &= (Y_3 - Y_0)c_{30} + Y_0 \\ Z_{3nn} &= (Z_3 - Z_0)c_{30} + Z_0 \dots\dots\dots (12) \end{aligned}$$

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, 그리고 A<sub>3</sub>에 대한 비가시 투사성분을 추출하고, II-2의 방법을 사용하여 비가시 투사삼각형의 실제 면적을 산출한다. II-2에서 구하여진 값에서 II-5에서 구하여진 값을 감하면 실제 가시 투사면적이 구하여 진다.



시점의 좌표가 alpha 0.0 도 beta 0.0 도 일 때 6세 한국 어린이의 최대 가시 투사면적은 2,061.0cm<sup>2</sup> 이고, 시점의 좌표가 alpha 15.0 도 beta 90.0 도 일 때 6세 한국 어린이의 최소 가시 투사면적은 567.1cm<sup>2</sup> 이다.

시점 (0,0), (15,0), (30,0), (45,0), (60,0), (75,0), (90,0), (105,0), (120,0), (135,0), (150,0), (165,0), 그리고 (180,0)에서의 총 가시 투사면적은 22,478.0cm<sup>2</sup> 이고 이 경우 13시점들의 평균 가시 투사면적은 1,729.1cm<sup>2</sup> 인데 이것이 최대 평균 가시 투사면적이다. 시점 (0,90), (15,90), (30,90), (45,90), (60,90), (75,90), (90,90), (105,90), (120,90), (135,90), (150,90), (165,90), 그리고 (180,90)에서의 총 가시 투사면적은 7,418.1cm<sup>2</sup> 이고 이 경우 13시점들의 평균 가시 투사면적은 570.6cm<sup>2</sup> 인데 이것이 최소 평균 가시 투사면적이다. 13시점들에서의 총 가시 투사면적과 평균 가시 투사면적의 최대값과 최소값의 차이는 15,059.9cm<sup>2</sup> 와 1,158.5cm<sup>2</sup> 이다.

시점 (0,0), (0,15), (0,30), (0,45), (0,60), (0,75), 그리고 (0,90)에서의 총 가시 투사면적은  $9,797.0\text{cm}^2$  이고 이 경우 7시점들의 평균 가시 투사면적은  $1,399.6\text{cm}^2$  인데 이것이 최대 평균 가시 투사면적이다. 시점 (90,0), (90,15), (90,30), (90,45), (90,60), (90,75), 그리고 (90,90)에서의 총 가시 투사면적은  $6,885.7\text{cm}^2$  이 경우 7시점들의 평균 가시 투사면적은  $983.7\text{cm}^2$  인데 이것이 최소 평균 가시 투사면적이다. 7시점들에서의 총 가시 투사면적과 평균 가시 투사면적의 최대값과 최소값의 차이는  $2,911.3\text{cm}^2$  와  $415.9\text{cm}^2$  이다.

#### IV. 결론

6세 한국 어린이의 최대 가시 투사면적은 시점의 좌표가  $\alpha$  0.0 도  $\beta$  0.0 도 일 때  $2,061.0\text{cm}^2$  이고, 시점의 좌표가  $\alpha$  15.0 도  $\beta$  90.0 도 일 때, 최소 가시 투사면적은  $567.1\text{cm}^2$  이다.

시점에 따른 6세 한국 어린이에 대한 가시 투사면적에 대한 데이터는, 한국 6세 어린이의 가시 투사 면적율, 유효 복사 면적, 유효 복사 면적율, 형태 계수를 산출하기 위해 필요하며 이들은 6세 한국 어린이의 쾌적 상태를 평가하기 위해 필수적으로 필요하다. 여기에 관한 활발한 연구가 앞으로 절실히 요구되는 실정이다.

#### 참 고 문 헌

1. "Physiological Principles, Comfort, and Health", Chapter 8, ASHRAE Fundamentals Handbook, 1989
2. B.W. Olesen, J.Rosendahal, L.N. Kalisperis, L.H. Summers, M. Steinman, "Method for Measuring and Evaluating the Thermal Radiation in a Room", ASHRAE Transactions, 1989, V.95, pt. 1.
3. C.B. Christensen, "Effects of Radiant Heat Exchange and Mean Radiant Temperature on Predicted Heating Energy Saving", ASHRAE Transactions, 1989, V.95, pt.1.
4. Cheol Soo Son, "Geometrical Surface Data for a Korean Adult", The Korean Housing Association, 1995, V.6-2.
5. Dryfuss, Human Scale 1, 2, 3, 4, 5, 6, Dreyfuss Associates, MIT Press, Cambridge, MA, 1981
6. Erwin Kreysziig, Advanced Engineering Mathematics, Chapter 8, John Wiley & Sons, New York, 1988
7. Fanger, P.O., Thermal Comfort, Chapter 6 Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1970
8. Faye C. McQuiston and Jerald D. Paker, Heating, Ventilating, and Air conditioning analysis and design, John Wiley & Sons Inc., New York, 1988
9. HUMANCAD Company, Introducing Mannequin, HUMANCAD, New York, 1991
10. John R. Howell, Thermal Radiation Heat Transfer, Chapter 2, Hemisphere Publishing Coporation, New York, 1981
11. J.P. Holman, Heating Transfer, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1972
12. National Statistical Office Republic of Korea, Korean Statical Yearbook, Vol. 44, Seoul, 1997