

# 시뮬레이션을 활용한 교과교실형 운영 중학교 학생 이동행태 분석

## An Analysis about the Moving Behavior of Students by Simulation on Variation Type in Middle School

정 주 성\*  
Jeong, Joo-Seong

### Abstract

This study was carried out to observe movement behavior of students about a change of physical condition in moving space of variation type using simulation technique. The moving pattern of students was checked by SIMULEX program. The width of corridor was adjusted to 2.4m, 3.0m and 3.9m and a flow coefficient of simulation was estimated with the change of width. The wider the width of corridor was, the lower a flow coefficient was, and the difference was large when the width of corridor was narrow. It was also observed that the flow coefficient was relatively high in all types of corridor setup individual locker. Unit occupation area with the change of width was additionally measured, as shown in the results, the occupation density was low when the width of corridor was wide and a stationary time was short.

키워드 : 중학교, 교과교실형, 시뮬레이션, 이동행태

Keywords : Middle School, A Variatoin Type, Simulation, Moving Behavior

## 1. 서론

### 1.1 연구배경 및 목적

교과교실형 운영방법은 각 교과마다 전용의 교실을 갖고 학생이 시간마다 각각의 교과교실에 이동하여 수업을 받는 방식<sup>1)</sup>을 의미하는 것으로 일반적으로 교과교실형 운영방법은 전통적인 특별교실형 운영방법에 비해 선택강좌제의 증대나 학습방법의 탄력화에 더욱 적합하고 전반적으로 교실 이용율이 높아지는 특성<sup>2)</sup>을 지니고 있다. 이러한 이유로 지식기반 사회에 적용할 수 있는 창의인재 육성사업의 일환으로 추진중인 교과교실형 운영방식의 도입은 이제 6년째<sup>3)</sup>를 맞이하고 있다. 교과교실형 운영방식

도입 초기에는 일반교실을 교과전용교실로 확충하는 교과중심의 교과교실군을 그루핑하는데 역점을 두어 그간 학년중심의 교실배치에서 교과중심의 교실배치로 전환하는데 치중하였고, 도입 후기에는 학생들의 생활활동의 거점 공간인 홈베이스와 교과별 미디어공간의 확충 등 학생생활 공간의 구축에 역점을 두고 진행되고 있다.

그러나 전통적인 특별교실형 운영방식이 고려된 기존의 중등학교 교사블록은 대규모의 이동수업이 수반된 교과교실형 운영시 이동에 대비할 수 있는 공간적 여유공간을 확보할 수 없어 학생들의 이동시 과밀이나 정체 등에 따른 불편함이 따르게 된다.

이 연구는 교과교실형 운영학교의 학생 이동행태를 시뮬레이션을 통해 규명하고자 하는 연구로 교과교실형 운영 중학교의 물리적 요인에 따른 학생들의 이동행태를 분석하고, 이동경로에 대한 유동성 및 과밀정도를 측정하여

\* 정희원, 전남대 건축학과 교수, 공학박사(jsjeong@jnu.ac.kr)

이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF 2010-0023673).

1)鈴木成文 외2 저, 김광문 외3 역, 건축계획, 세진사, 1991. p.194

2)長倉康彦 편저, 김중영 외4 역, 학교건축의 변혁, 도서출판 국제, 1995.10, p.22

3) 교육부 교과교실제 전면 확대 기본계획(2011.2)에 따라 2014년

까지 중등학교에 다양한 유형의 교과교실제를 도입하는 정책이 추진되었고, 2015년 이후 과목중점형을 선진형으로 전환하는 운영방침에 따라 과목중점형의 신규도입이 중지되고 엄격한 기준이 적용되는 선진형 교과교실제를 도입하는 정책이 추진.

교과교실형 운영에 따른 사용자 측면의 계획자료를 구축하는데 목적이 있다.

### 1.2 연구범위 및 방법

이 연구는 운영방식의 변화에 따라 물리적 여건이 새로이 개선된 교과교실형 중학교에 대한 학생 이동행태를 파악하기 위한 것으로 학생들의 교실간 이동패턴을 비롯하여, 홈페이지 주변 생활거점 이동패턴 등 학생들의 주요 이동패턴을 추적하고, 이동에 따른 물리량을 비교하고자 하였다. 교과교실형 운영시 주 이동계층인 학생들의 이동태도를 파악하기 위해 시뮬레이션 기법을 통한 물리량을 측정하였고, 유동계수, 점유밀도 등의 분석을 통해 학생들의 이동특성을 파악하고자 하였다.

## 2. 모의실험 및 분석 프로그램 개요

### 2.1 실험개요

본 실험은 교육부 교과교실형 운영학교로 지정된 학교 중 선진형 교과교실 운영을 시도하기 위해 일부 증축과 리모델링을 거친 학교에 대한 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 모의실험을 통해 물리적 여건의 변화에 따른 동선이동량의 변화를 추적하고자 시도되었다. 시뮬레이션은 피난 프로그램 SIMULEX에 대상 학교의 기초 정보를 입력하고, 휴식시간내 일어나는 이동경로를 기초로 피난경로를 설정한 후 이 경로상에 나타나는 정체나 지체, 장애요소를 파악하는 과정으로 진행되었다. 시뮬레이션 경로설정 및 기초자료를 얻기 위하여 복도, 계단, 주요 진출입부 등에 대한 조사원을 배치한 후 휴식시간내 이루어지는 학생들의 이동행태를 파악키 위해 현장관찰조사가 진행되었다.

### 2.2 분석 시뮬레이션 프로그램 특성

SIMULEX는 스코틀랜드 IES에서 개발한 피난 시뮬레이션 프로그램으로 사람들의 피난행태를 시각적으로 관찰할 수 있는 피난 시뮬레이션 프로그램이다. 이 프로그램은 CAD로 작성된 파일형식을 바탕으로, 각 재실자의 위치로부터 최종 출구에 이르는 거리를 계산하여 재실자가 가장 가까운 출구로 대피하도록 알고리즘을 구성한 프로그램으로 각각 피난출구를 지정하여 시뮬레이션을 할 수 있고, 출구, 피난로의 폭, 장애물 등의 배치상태 등을 고려하여 거리지도(distance map)를 기초로 이동하게 된다.

SIMULEX의 실행결과는 피난시간과 피난패턴 두가지 요소로 나누어 해석이 가능하다. 첫째, 피난시간은 초단위

로 표현되며 피난을 시작한 각 시간대별로 재실자의 피난패턴을 확인할 수 있고, 이 과정에서 정체나 지체, 피난흐름을 저해하는 장애요소를 확인할 수 있다.<sup>4)</sup>

### 2.3 실험내용 및 분석방법

교과교실형 운영 학교 학생들의 이동행태를 파악하기 위해 시뮬레이션 기법의 적용이 가능한 물리적 공간에 대해 물리적 변화에 따른 동선량의 변화를 비교하고자 하였다. 물리량의 변화는 학생들의 이동행태에 직접적인 영향을 미치는 복도를 중심으로 2.4m, 3.0m, 3.9m, 오픈된 홈페이지와 연결한 복도 등 폭의 변화에 따른 물리량의 차이를 측정하였고, 조사대상 학교의 기존 복도에 로커의 설치유무에 따른 차이를 파악하고자 하였다.

동선량은 보행공간의 단위면적당 보행자 수에 해당하는 밀도와 단위시간(1초), 단위 폭(1m)당 통과하는 보행자수에 해당하는 유동계수<sup>5)</sup>를 중심으로 학생들의 이동에 따른 동선량을 측정하고자 하였다.

Table 1. Service situation of a level road about crowdedness  
(표 1. 혼잡도에 대한 수평로 서비스 수준)

서비스수준	단위 점유면적	유동계수	보행상태				적용범위
			자유보행속도	추월의 자유도	충돌가능성	기타 유동상태	
A	3.2 이상	0.38 이하	안전 확보	자유	전혀없음		공공건물이나 광장
B	2.3~3.2	0.38~0.55	거의 확보	일방향류 자유	교차시 약간 발생	교통량 감소	혼잡 공공건물역
C	1.4~2.3	0.55~0.82	어느 정도 제한	어느 정도 제한	교차시 다소 발생	교차지점 간섭	이용자 많은 공공건물
D	0.9~1.4	0.82~1.10	대부분 불가능	거의 곤란	매우 높은 확률	일시적 고밀도	혼잡한 공공건물
E	0.5~0.9	1.10~1.37	모두 불가능	전혀 불가	매우높음	흐름 허용 한계	단시간 대량이동
F	0.5 이하	최대 1.37	극도의 제약	전혀 불가	접촉없는 이동 불가	유동 제어 불능	보행로 설계 불가

\* 건축설계자료집성, 인간, 일본건축학회 편저, 도서출판 에이엔씨, 2005, p.129.

4) 이정수, 김웅식, 초등학교 공간구성형식에 따른 피난행태 특성 분석, 대한건축학회논문집 계획계 16권 7호, 2000.7 pp.6-7

5) 밀도 p(인/m<sup>2</sup>)는 고찰대상 보행공간의 단위면적당 보행자 수, 유동계수 f(명/m·s)는 단위시간(1초)·단위 폭(1m)당 통과하는 보행자 수를 의미함. 건축설계자료집성, 일본건축학회 편저, 인간, 도서출판 에이엔씨, 2005, pp.128-129

표 1은 혼잡도에 대한 수평로의 서비스 수준을 제시한 것으로 단위점유면적과 유동계수를 기준으로 자유보행 속도, 추월의 자유도, 충돌가능성, 기타 유동상태 등의 보행 상태에 대해 A부터 F에 이르는 서비스 수준을 구분하고 있어, 이의 척도를 중심으로 시뮬레이션 결과에 대한 서비스 수준을 비교하고자 하였다.

**2.4 대상학교 현황 및 실험대상 평면**

실험대상 학교는 교육부 지정 교과교실형 운영학교로 교과교실 운영을 시도하기 위해 일부 증축과 리모델링을 거친 학교에 해당한다. 학년별 이용을 고려한 홈페이지 중앙집중형 배치패턴을 보이고 있고, 홈페이지 좌우측으로 교과교실로 구성된 교과블록이 형성되어 있다.

Table 2. Generic situation of surveyed schools  
(표 2. 조사대상 학교의 일반 현황)

학교급	대상학교	준공년도	학급수	학급당 학생수	재적학생수
중	YD	2010	23	35	805

\* 준공은 증축, 리모델링 완공 기준임.

그림 1은 시뮬레이션 실험대상 학교 기준층에 대한 교구배치 및 블록플랜 유형을 나타낸 것으로 중앙 홈페이지를 중심으로 홈페이지 진출입 전면, 전후면 좌우측 복도에 대한 실험구역을 표기한 것이다. 이 구역을 중심으로 시뮬레이션을 실시한 후 학생들의 이동에 따른 물리량을 측정하여 분석하고자 한다.

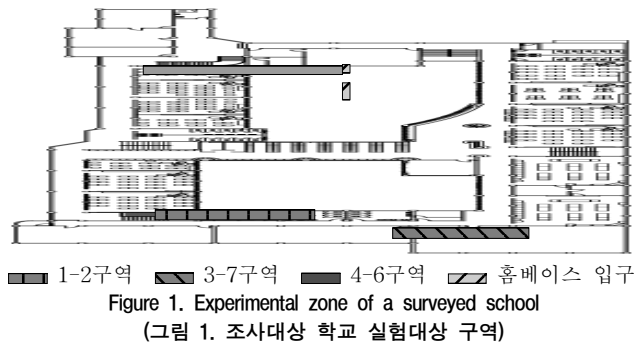


Figure 1. Experimental zone of a surveyed school  
(그림 1. 조사대상 학교 실험대상 구역)

Table 3. A Plane figure of a surveyed school 1  
(표 3. 실험대상 평면도 1)

실험위치	실험대상 교구 배치 및 평면
1-2구역 2.3 복도	

6) 앞 글, p.129

1-2구역 3.0 복도	
1-2구역 3.9 복도	
3-7구역 2.3 복도	
3-7구역 3.0 복도	
3-7구역 3.9 복도	
4-6구역 2.3 오픈	

Table 4. A plane figure of a surveyed school 2  
(표 4. 실험대상 평면도 2)

실험위치	실험대상 교구 배치 및 평면
4-6구역 2.3 복도로커배치	
4-6구역 3.0 복도로커배치	
4-6구역 3.9 복도로커배치	
4-6구역 2.3 복도	
4-6구역 3.0 복도	
4-6구역 3.9 복도	

### 3. 실험결과 분석

#### 3.1 시뮬레이션 결과 도출

시뮬레이션은 SMULEX 프로그램에 의한 결과를 얻고자 현장 관찰조사를 통해 얻어진 휴식시간 이동시작 직후부터 홈베이스에 이르는 이동경로에 대해 물리적 조건의 변경에 따라 모의실험을 반복하여 실시하였고, 이의 결과 중 시뮬레이션 전개도의 일부를 그림 2에 제시하였다. 휴식시간 이동시작 직후부터 매15초 간격으로 정지화면을

제시하였고, 이 자료들을 토대로 물리량의 변화에 따른 유동계수 및 밀도를 측정하여 분석하고자 하였다.

#### 3.2 물리량의 변화에 따른 유동계수 및 밀도 비교

##### 3.2.1 복도 폭의 변화에 따른 유동계수 비교

그림 3은 1-2구역에 대한 복도의 폭의 변화에 따른 유동계수를 측정한 것으로 시간의 경과에 따른 유동계수의 변화 추이를 파악하고, 계단의 폭 2.4m, 3.0m, 3.9m의 물리량의 변화에 대한 유동계수의 차이를 파악하고자 하였

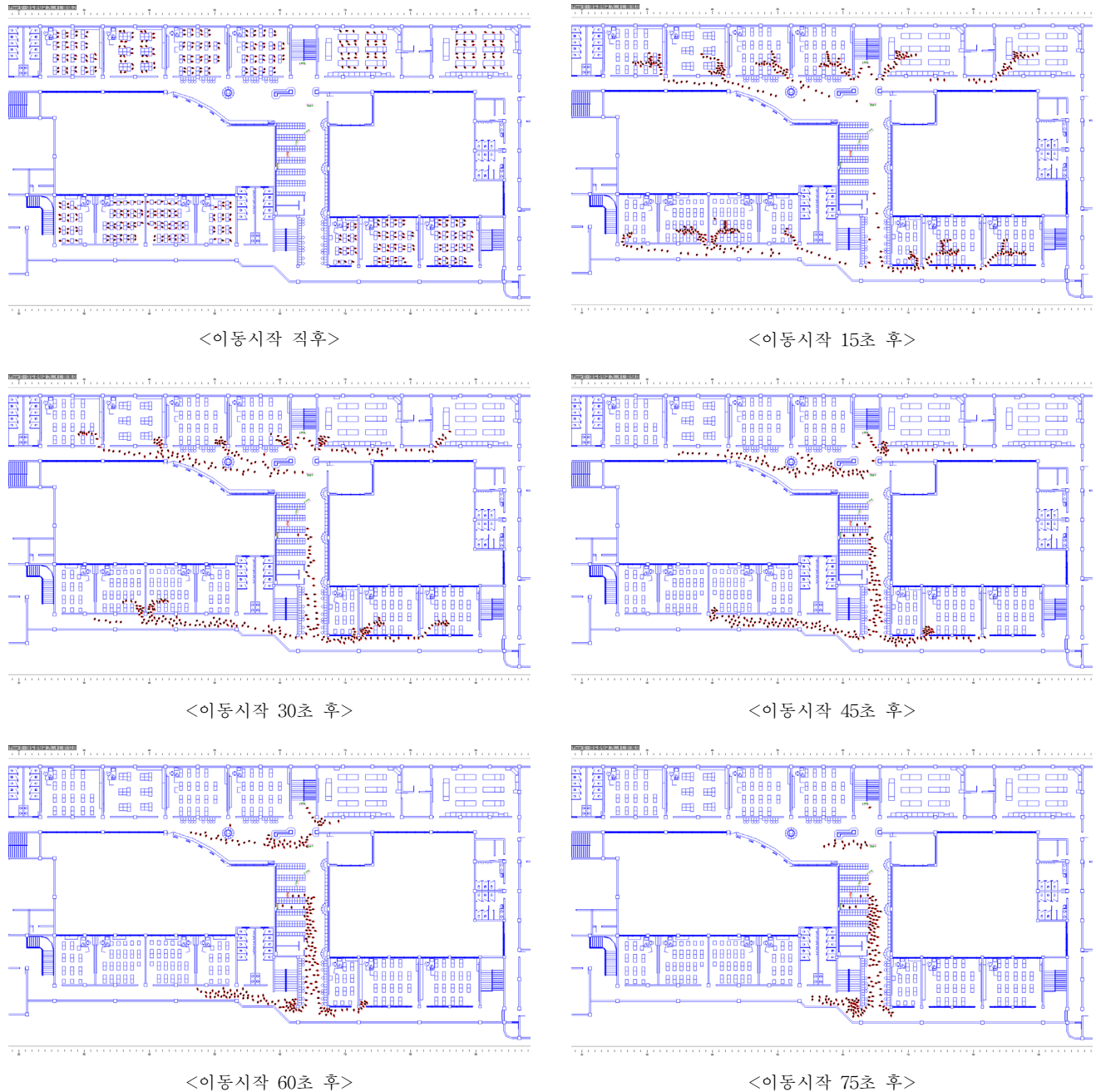


Figure 2. Simulation of a flow diagram by SIMULEX program(그림 2. 시뮬렉스 프로그램에 의한 동선이동 시뮬레이션 전개도)

다. 계단 폭에 따른 유동계수를 비교한 결과 3.9m의 경우 유동계수 0.6이내를 나타내고 있어 서비스 수준 A, B 레벨에 해당하는 것으로 자유보행 속도, 추월의 자유도가 확보되는 수준에 이르는 것으로 파악되었고, 2.4m의 경우 실험대상 시간 과반에 이르는 경과시간 동안 유동계수 0.6-1.0 이내 서비스 수준 C, D 레벨을 나타내고 있어 자유보행 속도, 추월의 자유도에서 어느 정도 제한이 생기거나 자유로운 추월이 곤란해지는 수준에 이르는 것으로 파악되었다.

그림 4는 3-7구역에 대한 계단의 폭에 따른 유동계수의 변화량을 측정하여 계단의 폭 2.4m, 3.0m, 3.9m의 물리량의 변화에 대한 유동계수의 차이를 파악하고자 하였다. 계단 폭의 변화 따른 유동계수를 비교한 결과 3.9m의 경우 유동계수 0.5이내를 나타내고 있어 일부 구간을 제외하면 서비스 수준 A 레벨에 해당하는 것으로 자유보행 속도, 추월의 자유도가 안전하게 확보되는 수준에 이르는 것으로 파악되었고, 2.4m의 경우 실험대상 시간 과반에 이르는 경과시간 동안 유동계수 0.5-0.7 이내를 나타내고 있어 서비스 수준 C 레벨에 해당하는 수준으로 자유보행 속도, 추월의 자유도에서 어느 정도 제한이 생기는 수준에

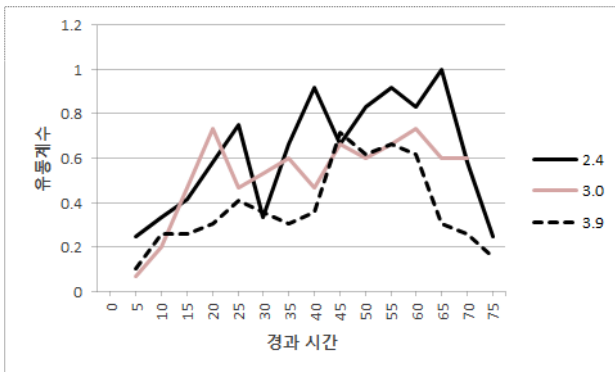


Figure 3. Comparison of flow coefficients in corridor of 1-2zone  
(그림 3. 1-2구역 복도 유동계수 비교)

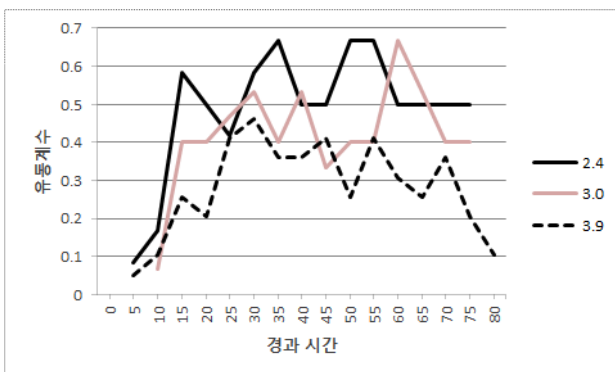


Figure 4. Comparison of flow coefficients in corridor of 3-7zone  
(그림 4. 3-7구역 복도 유동계수 비교)

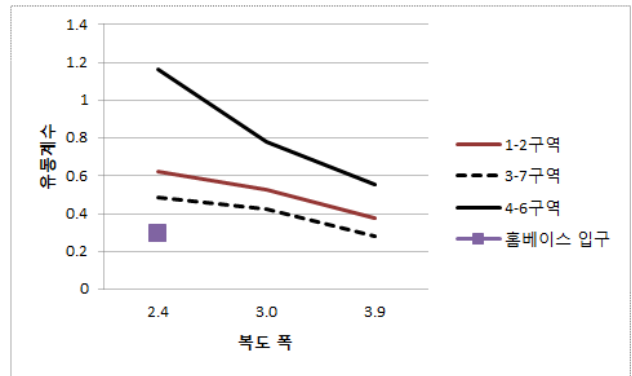


Figure 5. Mean flow coefficients with the width of corridor  
(그림 5. 복도 폭에 따른 유동계수 평균 비교)

이르는 것으로 파악되었다.

그림 5는 복도 폭에 따른 유동계수의 평균을 비교한 것으로 위치가 다른 3개 구역 복도와 오픈된 홈베이스 입구 등 4개소에 대해 폭의 차이에 따른 유동계수의 평균을 비교하였다. 구역에 따라 혼잡한 양상이 다르게 나타나고 있는 가운데 2.4m, 3.0m, 3.9m 복도 폭의 변화에 대해 복도의 폭이 넓어질수록 유동계수가 낮아지는 추세를 보이는 것으로 나타나고 있고, 가장 넓은 폭에 해당되는 오픈된 홈베이스 입구는 상대적으로 낮은 유동계수를 보이는 것으로 나타났다.

### 3.2.2 로커의 배치유무에 따른 유동계수 비교

이동경로상에 배치된 로커의 유무에 따른 유동계수의 차이를 비교하기 위해 특정구역을 대상으로 시뮬레이션을 실시하여 그 계수를 비교하였다.

그림 6, 7은 4-6구역을 중심으로 로커의 배치유무에 따른 계단 폭의 변화에 대한 유동계수를 측정하여 계단의 폭 2.3m, 3.0m, 3.9m 등 물리량의 변화에 대한 유동계수를 나타낸 것이다. 로커의 배치유무에 대한 계단 폭의 변화에 따른 유동계수를 비교한 결과 로커가 배치된 복도의 경우 로커가 배치되지 않은 복도에 비해 상대적으로 유동계수가 높게 나타나는 것으로 확인되었다.

이들에 대한 차이를 구체적으로 살펴보면 로커가 배치되지 않은 2.3m 복도의 경우 0.6-1.0 이내 서비스 수준 C, D 레벨을 나타내고 있어 자유보행 속도, 추월의 자유도에서 어느 정도 제한이 생기거나 자유로운 추월이 곤란해지는 수준에 이르는 것으로 파악되었고, 로커가 배치된 2.3m 복도의 경우 일부구간을 제외하고 대부분 0.8-1.6 이내 서비스 수준 D, E 레벨에 해당하는 것으로 자유보행 속도, 추월의 자유도가 매우 곤란하거나, 전혀 불가능한

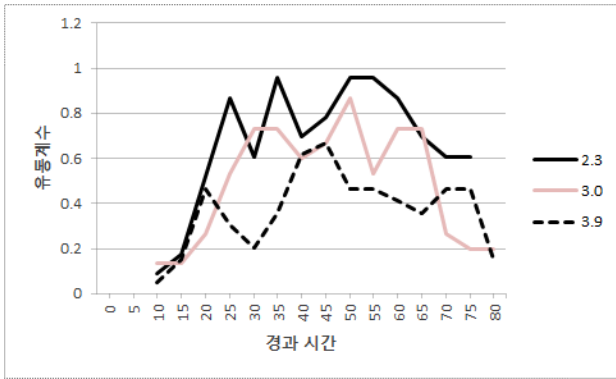


Figure 6. Comparison of flow coefficients in corridor (no locker)  
(그림 6. 4-6구역 로커 배치처 복도 유동계수 비교)

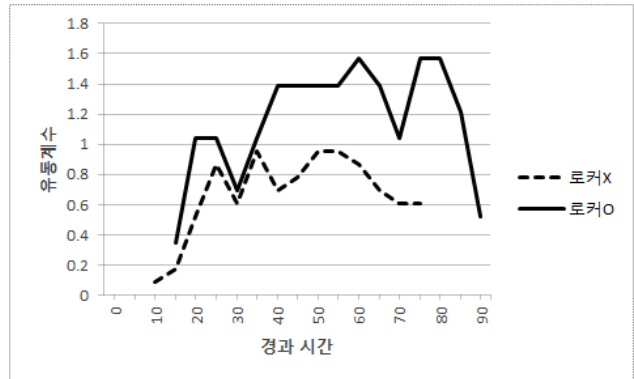


Figure 8. Comparison of flow coefficients in 2.3m corridor  
(그림 8. 로커배치에 따른 2.3 복도 유동계수 비교)

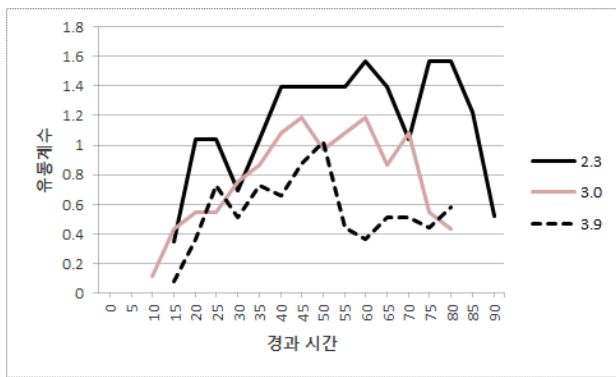


Figure 7. Comparison of flow coefficients in corridor (locker)  
(그림 7. 4-6구역 로커 배치 복도 유동계수 비교)

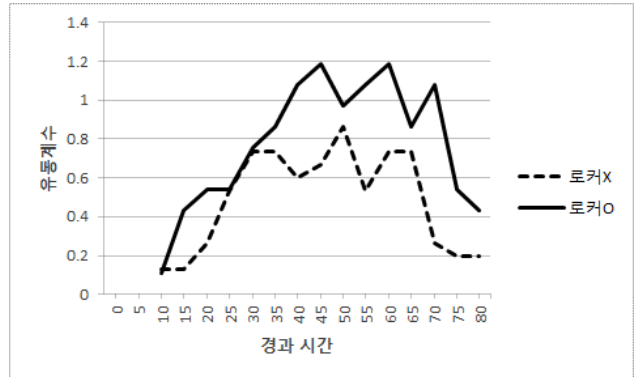


Figure 9. Comparison of flow coefficients in 3.0m corridor  
(그림 9. 로커배치에 따른 3.0 복도 유동계수 비교)

수준에 이르는 것으로 파악되었다.

또한 로커가 배치되지 않은 3.9m 복도의 경우 0.2-0.6 이내 서비스 수준 A, B 레벨을 나타내고 있어 자유보행 속도, 추월의 자유도가 확보되는 수준에 이르는 것으로 파악되었고, 로커가 배치된 3.9m 복도의 경우 0.2-0.8 이내 서비스 수준 A, B, C 레벨에 해당하는 것으로 자유보행 속도, 추월의 자유도가 확보되는 가운데 경과시간에 따라 일부구간에서 어느 정도의 제한이 따르는 수준에 이르는 것으로 파악되었다.

그림 8, 9, 10은 로커의 배치유무에 따른 유동계수의 변화량을 측정하여 시간의 경과에 따른 유동계수의 변화 추이를 파악하고, 계단의 폭 2.3m, 3.0m, 3.9m의 물리량의 변화에 대한 유동계수의 차이를 측정하였다. 로커의 배치유무에 대한 계단 폭의 변화 따른 유동계수를 비교한 결과 복도의 폭이 협소할수록 로커의 배치에 따른 유동계수의 차이가 심화되는 것으로 나타났다. 특히 2.3m 복도처럼 협소한 복도의 경우 로커가 배치되지 않은 경우 0.6 - 1.0 이내 서비스 수준 C, D 레벨을 나타내고 있어 자유보행 속도, 추월의 자유도에서 어느 정도제한이 생기거나 자유로운 추월이 곤란해지는 수준에 이르는 것으로 파악

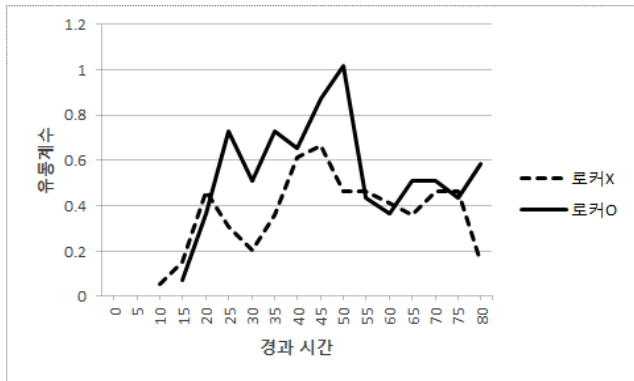


Figure 10. Comparison of flow coefficients in 3.9m corridor  
(그림 10. 로커배치에 따른 3.9 복도 유동계수 비교)

되었고, 로커가 배치된 2.3m 복도의 경우 일부구간을 제외하고 대부분 0.8-1.6 이내를 나타내 서비스 수준 D, E 레벨에 해당하는 것으로 자유보행 속도, 추월의 자유도가 매우 곤란하거나, 전혀 불가능한 수준에 이르는 것으로 파악되어 협소한 통로에서 로커의 설치유무에 따른 유무에 따른 유동계수의 차이가 상대적으로 커지는 특성을 보이는 것으로 파악되었다.

그림 11은 로커 설치유무에 따른 유동계수의 평균을 비교한 것으로 2.4m, 3.0m, 3.9m 복도 폭의 변화에 대해 로

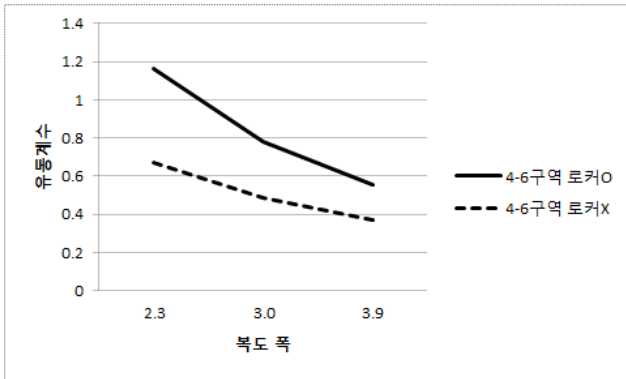


Figure 11. Mean flow coefficients with the arrangement of locker  
(그림 11. 로커설치 유무에 따른 유동계수 평균 비교)

커가 배치된 복도와 로커가 배치되지 않은 복도의 유동계수 평균을 비교하였다. 전반적으로 복도의 폭이 넓어질수록 유동계수가 낮아지는 추세를 보이며, 로커가 배치되지 않은 복도의 경우 복도의 폭에 따라 0.4-0.7에 이르는 유동계수를 보여 서비스 수준 A, B, C 레벨을 보이는 반면 로커가 배치된 복도의 경우 0.6-1.2에 이르는 유동계수를 나타내 서비스 수준 C, D, E 레벨을 보이고 있어 로커의 설치유무에 따른 유동계수의 차이가 뚜렷하게 나타나는 것으로 파악되었다.

3.2.3 복도 폭의 변화에 따른 단위점유면적 비교

그림 12, 13은 1-2구역, 3-7구역에 대한 경과시간에 따른 단위점유면적의 변화를 측정된 것으로 2.4m, 3.0m, 3.9m 복도 폭의 변화에 따른 점유밀도를 나타낸 것이다. 교실전면에 배치된 복도의 일정구간을 기준으로 시간의 경과에 따라 1인당 점유면적의 변화를 추적한 결과를 나타낸 것이다. 점유면적의 변화를 토대로 기준구간의 정체 시간과 지속시간을 측정된 결과 1-2구역의 경우 2.4m 15~55초(40초), 3.0m 15~50초(35초), 3.9m 20~50초(30초)

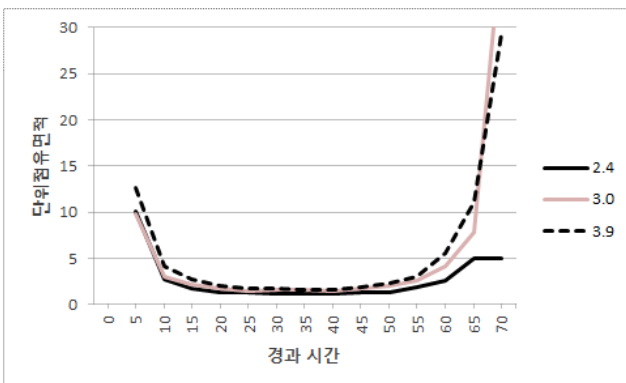


Figure 12. Comparison of unit occupation areas in 1-2 zone  
(그림 12. 1-2구역 단위점유 면적 비교)

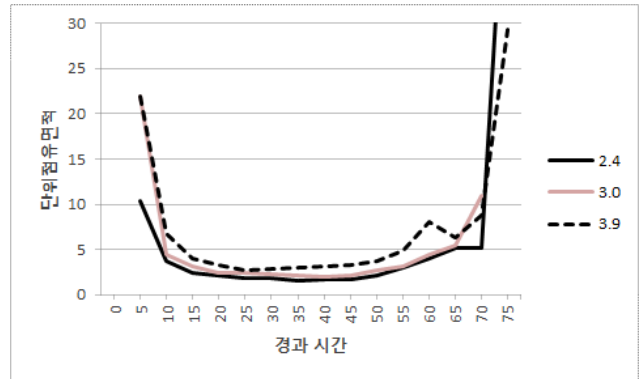


Figure 13. Comparison of unit occupation areas in 3-7 zone  
(그림 13. 3-7구역 단위점유 면적 비교)

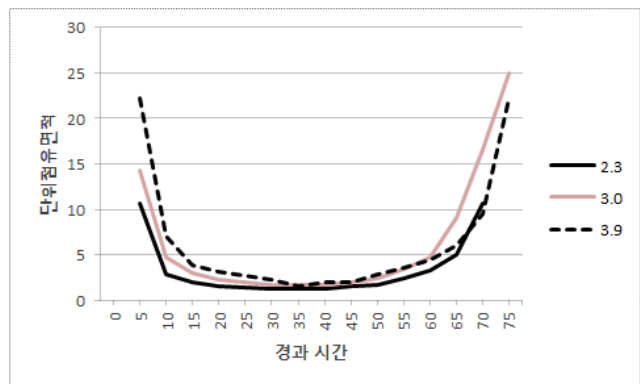


Figure 14. Unit occupation areas in corridor (no locker)  
(그림 14. 4-6구역 로커 비배치 복도 단위점유 면적 비교)

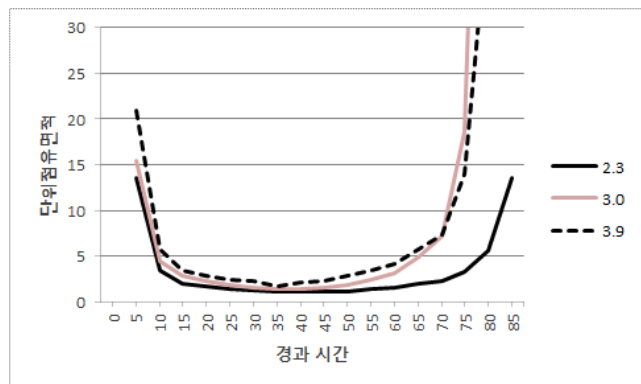


Figure 15. Unit occupation areas in locker arranged corridor  
(그림 15. 4-6구역 로커 배치 복도 단위점유 면적 비교)

를 나타내고 있고, 3-7구역의 경우 2.4m 20~50초(30초), 3.0m 30~45초(15초), 3.9m 정체현상이 나타나지 않음 등 복도 폭이 넓어질수록 정체시간과 지속시간이 짧아지고 있음을 알 수 있었다.

그림 14, 15는 4-6구역에 대한 로커배치 유무에 따른 경과시간별 단위점유면적의 변화를 측정된 것으로 2.4m, 3.0m, 3.9m 복도 폭의 변화에 따른 점유밀도의 차이를 비교한 것이다. 교실전면에 배치된 복도의 일정구간을 기준

으로 로커의 배치와 비배치 경우에 대한 시뮬레이션 결과를 토대로 시간의 경과에 따라 1인당 점유면적의 변화를 추적한 결과를 나타낸 것이다. 점유면적의 변화를 토대로 기준구간의 정체시간과 지속시간을 측정된 결과 로커가 배치되지 않은 복도의 경우 2.3m 15~55초(40초), 3.0m 30~40초(10초), 3.9m 35~45초(10초)를 나타내고 있고, 로커가 배치된 복도의 경우 2.4m 15~65초(50초), 3.0m 35~40초(5초), 3.9m 35~40초(5초) 등 2.4m의 좁은 이동경로에 로커가 배치된 복도의 경우 상대적으로 정체시간이 길게 나타나는 반면 복도 폭이 넓은 구간의 복도에 로커가 배치된 경우 정체시간의 차이가 크지 않은 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

교과교실형 운영학교의 이동공간에 대한 물리적 여건 변화에 대해 시뮬레이션 기법을 이용한 동선 이동행태를 연구하였다. 시뮬레이션 프로그램을 활용한 실험공간의 물리적 여건변화에 따른 유동계수 및 점유면적을 측정하였고, 로커의 배치유무에 따른 복도공간의 물리량을 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 실험대상 학교 주요 이동경로에 해당하는 복도에 대해 2.4m, 3.0m, 3.9m 등 폭의 변화에 따른 시뮬레이션 유동계수를 측정된 결과 복도의 폭이 넓어질수록 유동계수가 낮아지는 추세를 확인하였고, 이들의 이동혼잡도에 따른 서비스 수준을 측정된 결과 2.4m의 복도에서 유동계수 0.6-1.0 이내 C, D레벨에 이르는 상대적으로 낮은 서비스 수준을, 3.9m 복도에서 유동계수 0.6 이내 A, B레벨에 이르는 서비스 수준을 보이는 경향을 확인하였다.

둘째, 실험대상 학교 주요 이동경로중 1개소에 대해 로커의 설치유무에 따른 시뮬레이션 유동계수를 측정된 결과 2.4m, 3.0m, 3.9m 등 로커가 설치되지 않은 복도에 비해 유동계수가 상대적으로 높게 나타나는 것을 확인하였고, 복도의 폭이 협소할수록 유동계수의 차이가 커지는 결과를 확인하였다. 이들의 이동혼잡도에 따른 서비스 수준을 측정된 결과 로커가 설치된 2.4m의 복도에서 자유보행 속도, 추월의 자유도가 매우 곤란하거나, 전혀 불가능한 수준인 D, E레벨에 이르는 최하위 단계의 낮은 서비스 수준을 보이는 결과를 확인하였다.

셋째, 실험대상 학교 주요 이동경로에 해당하는 복도에 대해 2.4m, 3.0m, 3.9m 등 폭의 변화에 따른 단위점유면적을 측정된 결과 복도의 폭이 넓어질수록 점유밀도가 낮아지는 추세를 확인하였고, 정체시간을 비교한 결과 1-2구

역의 경우 40초(2.4m), 35초(3.0m), 30초(3.9m)를 나타내고 있고, 3-7구역의 경우 30초(2.4m), 15초(3.0m), 정체현상이 나타나지 않음(3.9m) 등 복도의 폭이 넓어질수록 정체시간이 짧아지는 결과를 확인하였다.

넷째, 실험대상 학교 주요 이동경로중 1개소에 대해 로커의 설치유무에 따른 정체시간을 측정된 결과 로커가 배치되지 않은 복도의 경우 40초(2.3m), 10초(3.0m), 10초(3.9m)를 나타내고 있고, 로커가 배치된 복도의 경우 50초(2.4m), 5초(3.0m), 5초(3.9m) 등 로커가 설치된 2.4m의 협소한 복도에서 정체시간이 상대적으로 길게 나타나는 결과를 확인하였다.

이상 파악된 학생들의 이동경로에 대한 시뮬레이션 분석 결과 교과교실형 운영시 학생이동이 빈번한 이동경로에 대한 물리적 여건 변화에 따른 특성을 파악할 수 있었다. 따라서 교과교실형 운영기반 학교공간 구축시 학생들의 이동경로에 대한 대응방안이 우선 고려되어야 할 것으로 판단되며, 이러한 기초자료는 교과교실형 학교공간을 구축하기 위한 다양한 모델 개발에 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

#### References

1. Kim, Seung-Je, A Study on the Spatial Moving Behavior Type based on the Variation Type in Middle School, Journal of the Architectural Institute of Korea, 26(10), pp.55-62, 2010
2. Jeong, Joo-Seong and Chung, Kum-Ho, An Analysis on the Trend of Preference about Educational Environment based on Variation Type in Middle and High Schools, Journal of the Architectural Institute of Korea, 20(6), pp.95-102, 2004
3. Rieu, Ho-Seoup, A study on the Spatial Organization of School which Designed to the Department System, Journal of the Korean Institute of Educational Facilities, 16(4), pp.5-12, 2009
4. Architectural Institute of Japan, Crowd, Architectural Safety and Security, The Source Book of Architectural Design Data, Human, pp.125-137, 2003

접수 2014. 3. 27  
 1차 심사완료 2014. 5. 8  
 게재확정 2014. 5. 16