

철도 · 버스 환승의 편리성 향상 및 역의 쾌적성 향상과 에너지 절약



서사범
(주)서현기술단 부사장
공학박사 · 철도기술사
T.010.6219.1369
suh7484@hanmail.net

I. 머리말

철도의 경쟁력과 매력을 가일층 높이기 위해서는 역의 기능성을 향상시켜갈 필요가 있으며, 여러 가지 관점에서 역의 안전성, 편리성, 쾌적성에 관한 연구개발을 추진할 필요가 있다.

역은 철도의 승강이나 환승을 위해 반드시 이용하게 되는 중요하고 친밀한 시설이다. 즉, 역은 열차끼리의 갈아타기를 가능하게 하는 시설인 동시에 버스나 택시, 자동차, 자전거 등, 여러 가지 교통기관과 철도를 갈아타기 위해서도 중요한 시설이다. 철도가 보다 매력적인 교통기관이기 위해서는 철도자체가 편리할 뿐만 아니라 철도와 타 교통기관 간의 갈아타기가 편리해야 하는 것도 필요불가결하다.

근년의 역은 열차에 승강하는 것에 더하여 상업시설의 충실 등으로 사람이 모이기도 하고 혼재하기도 하는 등, 이용하는 목적이 다양화되어 가고 있다. 그 때문에 스무드한 여객유동, 쾌적한 온열환경과 음 환경 등 기능면에서의 쾌적성에 더하여 매력적이고 즐겁다고 하는 관점에서의 쾌적성도 요구되고 있다. 실제로, 역 중앙 홀(concourse) 등에는 여러 가지 색채와 디자인이 도입되고 있고, 녹화(綠化)를 도입하는 예도 보인다. 녹화는 경관의 향상 외에 식물의 기능에 의한 생리적 · 심리적 효과도 기대할 수 있다고 한다.

또한, 근년의 역에서는 여객서비스 향상이나 운영효율 향상을 위한 여러 가지 설비가 도입되고 있다. 그런데, 전력의 공급안정을 향상시키고 지구온난화를 방지하기 위하여 각종 교통기관과 건축설비에서의 에너지절약화가 진행되고 있는데, 역에 대하여도 소오의 성능을 확보하면서 에너지 절약화를 진행하여야 할 필요가 있다.

본고에서는 역에서의 액세스 교통수단으로서 중요한 존재인 버스를 거론하여 철도와 버스 간의 갈아타기 편리성을 평가하는 기법과 평가의 예를 소개한 다음에 식물의 향기에 주목한 옥내 녹화의 효과를 소개하고, 마지막으로 에너지절약화 과제와 관련하여 역의 대책기술에 관하여 소개한다.

II. 철도 · 버스 갈아타기의 편리성 향상

1. 개요

철도를 이용할 때는 많은 사람이 타 교통수단을 이용하여 역에 액세스(access)하고 있다. 예를 들어, 노선버스나 택시를 타기도 하고 가족이 운전하는 차로 송영하거나 자전거를 사용하기도 하는 등, 그 단말교통수단(☞ 참조)은 다기에 걸쳐 있다. 그 때에는 철도와 단말교통수단 간의 갈아타기가 발생되지만, 그 갈아타기의 편리성을 높여가는

☞ 단말교통수단

철도를 이용하기 위하여 역으로 향하는 액세스(access) 교통수단과 철도를 이용하고 나서 역을 나와 목적지로 향하는 이그레스(egress) 교통수단 양쪽을 가리킨다. 역으로 어떤 이동에서 주체로 되는 교통수단을 대표교통수단이라고 부른다.

것은 철도의 매력을 높이고 교통네트워크 전체의 편리성 향상에 공헌한다고 생각된다.

2. 철도의 단말교통수단

철도의 단말교통수단 이용 상황을 조사한 일본의 대도시 사례를 보면 거주지에서 철도역까지의 액세스 수단의 6할 이상이 도보이며, 자전거를 합하면, 비동력계 교통수단(☞ 참조)이 전체의 8할 이상을 점하였다. 이것은 철도 이용자의 대부분이 역 근처의 도보권역 내에 거주하고 있음을 의미한다. 철도역으로부터 근무지·취학지까지의 이그레스(egress) 교통에서는 그 비율이 9할을 넘는다.

한편, 동력계 교통수단으로서 단말교통수단으로 가장 이용자가 많은 버스의 분담률은 액세스(access), 이그레스(egress) 모두 전체의 1할 정도였다. 그 중에서도 특히 버스 이용이 극히 적은 역을 보면, 버스정류장이 역에서 멀고, 또한 버스 운행회수가 적은 등, 철도와 버스의 갈아타기 편리성이 낮은 것으로 알려졌다. 또한 버스의 분담률은 경년적으로 보아도 감소경향이 있었다. 역 지근의 거주자뿐만 아니라 보다 원방의 거주자에게도 더욱 철도를 이용하도록 하기 위해서는 철도의 단말교통수단으로서의 버스의 가치에 착안하여 철도와 버스의 갈아타기 편리성을 향상시켜가도록 노력할 필요가 있다.

3. 지금까지의 갈아타기 편리성의 평가

역에서의 갈아타기 편리성에 관한 지금까지의 연구는 주로 철도끼리의 갈아타기에 초점이 맞추어져 왔었다. 많은 연구에 따라 역구내에서의 보행, 계단이동, 에스컬레이터나 엘리베이터를 이용한 이동 각각에 대하여 그 이동부담의 상대적인 비중에 관한 일정한 식견이 정리되어 왔다. 그러나 철도와 버스의 갈아타기에는 도로횡단이나 신호기, 보도의 유무, 버스정류장의 구조 등, 이동의 안전성이나 편리성에 관하여 더욱 중요한 요소가 관계되어 있다. 지금까지의 연구에서는 이들의 요소가 갈아타기 편리성의 평가에 미치는 영향을 정량적으로 파악되어오지 않았기 때문에 철도와 버스의 갈아타기에 관하여 조사하여 그 실

태를 파악할 필요가 있다.

갈아타기 편리성에 관한 요소로서는 상기에 기술한 갈아타기 경로의 물리적인 요소 외에 철도와 버스 간의 다이어그램의 정합성과 운임수수, 안내의 알기 쉬움 등도 열거되지만, 이 장에서는 기초적인 요건으로서 경로의 물리적인 특성에 착안하는 것으로 하였다.

4. 철도와 버스의 갈아타기 편리성의 평가에 관한 조사

어떠한 철도와 버스의 갈아타기 경로가 바람직한가를 파악하기 위하여 웹 앙케트(web enquête)를 조사한 일본의 사례를 소개한다. 피험자는 전국 도시에 거주하는 20~50대의 사람으로서 통근·통학 목적 이외에 월 1회 이상 철도와 버스를 갈아타서 이용하고 있는 사람들이다. 최종적으로 1,870 건의 유효회답을 취득하였다.

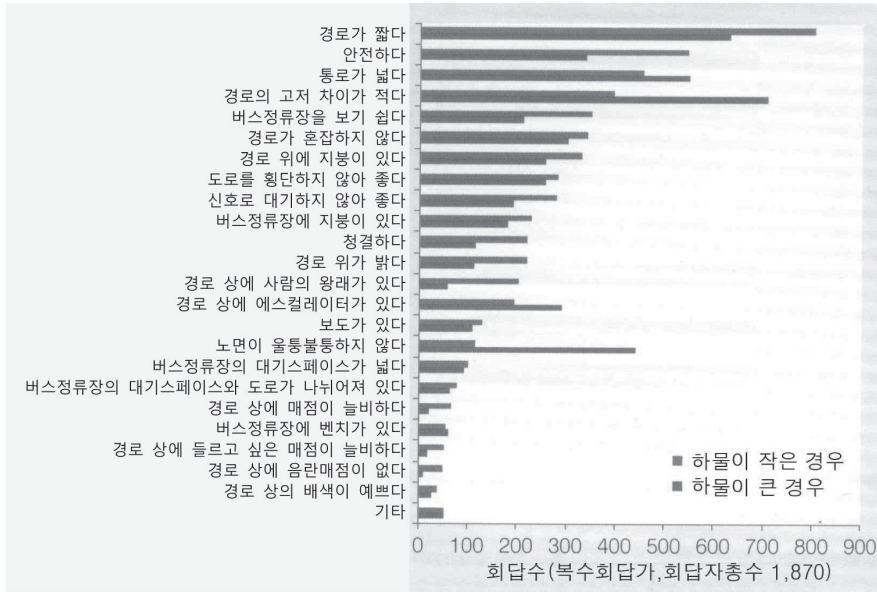
이 조사에서는 먼저 일본수도권에서 철도와 버스의 갈아타기 경로 30 경로에 대하여 역 출구로부터 버스정류장까지의 보행상황을 동화(動畵)로 촬영하였다. 각 피험자에게는 이들 동화 중에 랜덤으로 2개를 제시하여 철도와 버스의 갈아타기 행동을 가상적, 시각적으로 체험시켰다. 그 후에 이들의 두 가지 경로를 비교하여 핸드백 정도의 작은 하물(荷物)을 가진 경우와 캐리어백 정도의 큰 하물을 가진 경우의 두 가지 케이스에 대하여 각각 어느 쪽의 경로가 어느 정도 바람직한가를 회답받았다.

5. 갈아타기 편리성의 평가기준

먼저, 피험자가 갈아타기 경로 상에 있는 어떠한 요소 때문에 그 경로가 바람직하다고 판단하고 있는가, 즉 갈아타기 편리성의 평가기준을 분석하였다. 23개의 선택지 중에서 1개 이상 선택받은 평가기준의 회답을 <그림 1>에 나타낸다. 하물(荷物)이 작은 경우의 가장 중요한 기준은 역에서 버스정류장까지 거리의 짧기에 있었다. 이것은 이동거리의 길이가 주된 부담이 것을 지적하였다. 철도끼리의 갈아타기 편리성을 대상으로 한 기왕의 연구에 따른 식견과 일치한다. 다음으로 회답이 많았던 안전성이나 이동공간의 넓이, 상하이동의 적음도 철도끼리의 갈아타기에 공통

☞ 비동력계 교통수단

엔진이나 모터, 연료 등을 사용하지 않는 이른바 인력의 교통수단을 가리킨다. 대의어인 동력계 교통수단에는 철도나 항공기, 자동차, 버스 등이 포함된다.



<그림 1> 그 경로가 바람직하다고 판단하는 요소

되는 평가기준이라고 답하였다.

하물이 큰 경우에는 특히 하물을 다루기 쉬움의 정도가 중요한 기준으로 된다. 상하이동의 적음 정도나 에스컬레이터의 정비, 노면 요철의 적음 정도 등을 평가기준으로서 꼽는 사람의 수가 하물이 작은 경우와 비교하여 대단히 많게 되어 있다.

철도와 버스의 갈아타기에 특유한 기준으로서 먼저 지붕의 유무가 꼽히고 있다. 버스정류장은 역 외부에 설치되는 경우가 많으므로 일반적으로 옥외보행이 필요하게 된다. 또한, 우천 시에 버스이용자가 증가하는 것을 보아도 철도와 버스의 갈아타기에서 지붕의 존재는 중요하다고 할 수 있다. 또한, 도로횡단이나 신호기의 유무를 중시하는 회답도 많이 보인다.

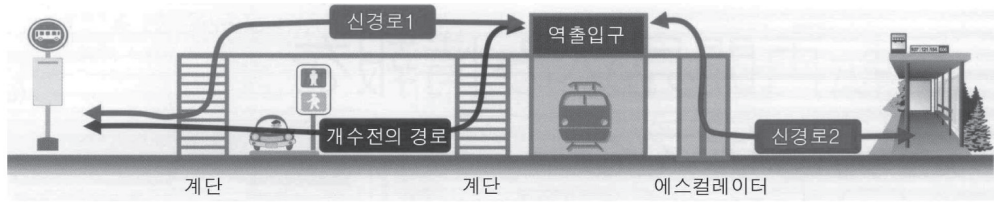
버스정류장의 구조에서는 버스정류장 지붕의 유무는 비교적 중시되어 있었지만, 버스 기다림 스페이스의 넓이나 도로와의 분리 등 안전하게 버스를 기다리는 환경은 그다지 기준으로서 꼽지 않은 결과로 되었다. 이번 조사에 사용한 버스정류장 대부분에 버스 기다림 스페이스가 설치되어 도로와의 분리도 도모하고 있었던 것도 그 요인이라고 생각된다.

6. 갈아타기 편리성 평가의 모델화

갈아타기 편리성의 평가기준은 파악되기는 하였지만 실제의 갈아타기 편리성 평가에 각각의 기준이 주는 영향의 크기는 아직 밝혀져 있지 않다. 그래서 갈아타기 편리성을 정량적으로 평가하는 모델을 구축하였다.

예를 들어, <그림 1>에도 나타낸 것처럼 갈아타기 경로가 짧은 것은 갈아타기가 편리하다고 하는 평가에 연결되어 있다. 따라서 갈아타기 경로의 길이를 설명변수로 하고 갈아타기 편리성의 평가를 목적변수로 하도록 모델을 구축하면, 갈아타기 경로의 길이가 이 정도라면 편리성 평가는 이 정도로 된다고 하는 것과 같이 관계성을 정량화할 수가 있다. 실제로는 편리성의 평가기준이 다기에 걸치므로 앙케트 조사에 사용된 갈아타기 경로의 여러 가지 물리적 특성을 수치화하여 그들을 설명변수로 하고 갈아타기 편리성 평가를 목적변수로 하는 모델구조를 채용하였다.

그 결과, 상하이동시간이 갈아타기 편리성에 주는 영향은 수평보행시간의 것과 비교하여 하물이 작은 경우에는 약 1.5배, 하물이 큰 경우에는 6.7배인 것으로 나타났다. 또한, 내려가는 에스컬레이터의 설치보다 올라가는 에스컬레이터의 설치가 편리성을 보다 높이는 점, 갈아타기 경로에서 보도를 정비함으로써 편리성 평가가 향상되는 점, 하



종래의 경로	새 경로 1	새 경로 2
2층에 역 출입구	2층에 역 출입구	2층에 역 출입구
계단(20초)	육교 보행(45초)	에스컬레이터(20초)
보도 위 보행(30초)	계단(20초)	보도 위 보행
신호횡단(20초)	차도의 보행(20초)	버스정류장(지붕, 벤치 있음) 도착
차도 위 보행(20초)	버스정류장(지붕, 벤치 없음) 도착	
버스정류장(지붕, 벤치 없음) 도착		

<그림 2> 갈아타기 경로의 개수(改修)를 상정한 예

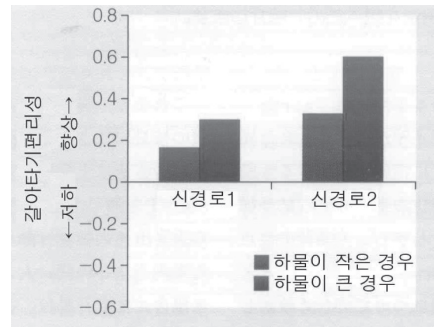
물이 큰 경우에는 버스정류장의 벤치도 갈아타기 편리성을 높이는 점 등이 밝혀지게 되었다. 한편으로 도로횡단은 신호기의 유무에 관계없이 편리성 평가를 저하시키고 특히 신호기가 있는 경우의 쪽이 그 영향이 크다는 점, 갈아타기 경로 상에 지붕이 있는 것은 편리성 평가에 유의한 영향을 나타내는 점이 밝혀지게 되었다.

하물이 작은 경우와 큰 경우를 비교하면, 수평보행시간은 하물이 큰 경우보다 하물이 작은 경우의 쪽이 갈아타기 편리성의 평가를 보다 저하시키고 있는 것에 대하여 계단이나 에스컬레이터를 이용하는 상하이동에 걸리는 시간은 하물이 작은 경우보다 큰 경우의 쪽이 갈아타기 편리성의 평가를 보다 저하시키고 있다고 하는 결과로 되었다. 이 결과로부터 하물이 큰 경우에는 '다소 거리가 길더라도 좋으므로 상하이동을 적게 하는 것이 좋다'고 하는 잠재적 요망이 있는 것이 시사되었다.

7. 모델의 적용 예

구축된 모델을 사용하여 어느 역에서의 철도와 버스 간의 갈아타기 경로의 개수(改修)를 상정한 편리성 평가를 행한 일본의 예를 소개한다.

지금 <그림 2>에 나타낸 것처럼 역 2층에 있는 출입구에서 계단을 내려가 신호기가 있는 도로를 횡단하여 버스정류장으로 향하는 갈아타기 경로가 있다고 상정한다. 이 경로는 계단이동, 도로횡단, 차도보행, 지붕과 벤치가 없는 버스정류장 등 편리성을 저하시키는 몇 개인가의 문제를



<그림 3> 모델에 따른 계산결과

안고 있다. 그 개선책으로서 2개의 새로운 경로를 상정한다. 첫 번째는 도로횡단을 회피하기 위하여 역 출구에서 보행자용 육교(deck)를 설치하는 것이다. 다만, 이 경로에서도 차도보행, 또는 지붕이나 벤치가 없는 버스정류장의 문제는 해소되어 있지 않다. 두 번째의 안은 정류장의 위치를 변경하여 지붕과 벤치를 정비함과 함께 그 버스정류장까지 에스컬레이터와 보도를 통행하여 도달될 수 있도록 하는 것이다. 다만 버스정류장이 종래보다 원방으로 이동하여 버린다. 갈아타기에 걸리는 보행시간이 보다 길게 된다고 하는 결점이 있다.

개선 전의 갈아타기 경로의 편리성을 기준으로 한 2개의 새 경로의 편리성 평가의 계산결과를 <그림 3>에 나타낸다. 3개의 새로운 경로의 편리성은 양쪽 모두 양의 값을 취하는 점에서 양자 모두 개선 전의 경로와 비교하여 편리성

이 향상되었다고 볼 수 있다. 또한 새 경로 1보다 새 경로 2의 보행시간이 20초 긴 한편으로, 편리성을 저하시키는 영향이 강한 도로횡단과 보도가 없는 도로의 보행이 새 경로 2에는 없는 점에서 하물이 작은 경우와 큰 경우 모두에 대하여도 새 경로 1보다 새 경로 2의 편리성 평가결과가 보다 높게 되었다. 이것으로부터 갈아타기 편리성의 관점에서 새 경로 2의 쪽이 보다 바람직하다고 판단된다.

Ⅲ. 녹화로서 역의 쾌적성 향상

1. 개요

역 중앙 홀(concourse) 등에서는 역의 이미지 향상을 위한 옥내 녹화를 도입하는 예가 늘어나고 있다. 역 중앙 홀이라고 하면, 기능적으로 깔끔한 공간이라는 이미지가 강하다고 생각되지만, 이와 같은 인공적인 옥내 공간에 자연 환경을 연출함으로써 공간 인상을 향상시켜 이용자에게 보다 호감이 가는 공간이라고 느끼게 하는 효과가 얻어진다. 녹화방법으로는 벽을 따라 화분을 늘어놓는 심플한 것로부터 벽면에 그림과 같이 식물을 배치한 것, 물의 흐름과 조합시킨 정원을 이미지화시키는 것까지 여러 가지의 것이 있다.

이와 같이 녹화는 시각적인 효과를 높일 목적으로 도입되고 있지만, 식물에는 스트레스의 완화나 리프레시(refresh) 효과 등의 생리적·심리적 효과나 포름알데히드(formaldehyde) 등의 휘발성 유기화합물의 흡수, 습도의 조절 등, 공기환경을 개선하는 효과가 있는 것도 알려져 있다. 그 중에서 근년에 식물이 방출하는 향기에 따른 생리적·심리적 효과에 대하여 의과학적으로 밝혀지게 되어 관심이 높아지고 있다. 종래의 시각적 효과에 이와 같은 식물 기능의 이용을 더하여 부가가치가 높은 녹화를 할 수 있는 가능성이 있다.

따라서 식물의 향기에 주목해 향기를 적극적으로 활용하여 녹화를 함으로써 역의 부가가치를 향상시킬 필요가 있다.

2. 식물의 향기

향기를 방출하는 식물을 방향(芳香)식물이라고 한다. 방향식물에는 많은 종류가 있어 우리들은 일상생활의 여러 가지 장면에서 향기를 이용하고 있다. 식물에서의 향기는

식물자신을 지키고 자손을 남긴다고 하는 중요한 역할을 맡고 있다. 그 때문에 향기의 종류나 강하기, 방출방식은 목적에 대해 적확하게 대처하기 위하여 기묘한 짜임새로 컨트롤되고 있다. 예를 들어 식물의 향기에는 꽃에서 방출되는 ‘꽃의 향기’와 잎에서 방출되는 ‘잎의 향기’가 있지만, 꽃의 향기는 주로 꽃가루받이(受粉)를 돕는 곤충을 유인하는 것이 목적이며 멀리에서도 확실히 인식될 수 있도록 비교적 강한 향기를 방출한다. 그러나 향기의 방출은 꽃이 피어있을 때만으로 한정되며 그 중에는 목적의 곤충이 활동하는 낮에만 향기를 방출하는 것도 있다.

이에 대하여 잎의 향기는 주로 잎을 먹는 해충과 잡균 등의 외적으로부터 자신을 지키는 것이 목적이지만, 인간에 대하여는 여러 가지 유익한 효과가 있다고 알려져 있다. 잎의 향기를 방출하는 식물에는 비교적 약한 향기를 항상 방출하는 것과 외적이 접촉한 때만 일시적으로 외적이 싫어하는 강한 향기를 방출하는 것이 있다. 그 외에 식물 간의 커뮤니케이션을 위해 방출되는 향기도 있다고 알려져 있다.

이와 같이 방향식물의 향기가 어떠한 때에 어떻게 방출되는가를 압으로써 향기를 효율적으로 이용할 수가 있다.

3. 역에 적합한 향기의 강하기

향기에는 기호가 있어 어떠한 종류의 향기라도 사람에 따라서 호불호가 있다. 게다가 호불호의 차이는 향기가 강하게 될수록 크게 되며, 향기의 자극이 강하게 됨에 따라 새로운 불쾌감이 생겨버리는 경우도 있다.

역 등의 불특정 다수인이 이용하는 공공적인 공간에서는 이용자가 기호에 관계없이 여러 가지 향기를 느끼게 된다. 따라서 이와 같은 공간에서 향기를 이용하는 경우는 향기를 불쾌하게 느끼는 이용자를 될 수 있는 한 적게 하는 것이 중요하며, 그 때문에 ‘약간 느껴지는 정도로 억제된 향기’로 조절하는 것이 적절하다고 생각된다.

4. 향기의 강하기를 조절

상기의 이유 때문에 녹화를 계획할 때에 어느 정도의 식물을 둠으로써 공간에서 어느 정도 강하기의 향기가 느껴지는가를 예측하여 두는 것이 중요하다. 특히 주위를 벽으로 둘러싼 옥내공간에서는 설치하는 식물의 양에 따라 향기의 강하기를 조절할 수가 있다.

잎에서 향기를 방출하는 식물의 경우에 공간 안에서 느

껴지는 향기의 강하기는 잎의 면적에 따라 결정된다고 생각된다. 그래서 일정 매수의 방향식물 잎을 적당한 폐쇄 공간 안에 넣어 공간 안의 향기를 실제로 맡아 어느 정도 느껴지는가를 조사함으로써 단위용적당의 잎의 면적과 향기의 강하기 간의 관계를 알 수 있다. 이 관계를 기초로 하여 녹화하는 공간의 용적에 대하여 어느 정도의 식물을 두면 좋은가를 예측할 수가 있다.

5. 녹화 효과의 평가시험

실제의 역 대합실을 모델케이스로 하여 방향식물을 이용한 녹화에 따른 생리적·심리적 효과에 대하여 일본에서 평가시험을 한 결과를 소개한다.

(1) 시험조건

같은 대합실을 이하에 나타낸 3 종류의 환경을 설정하여 각각의 환경에서의 쾌적성을 평가하였다.

(가) 녹화하지 않은 경우(식물이 없는 조건)

식물이 없는 조건에서는 공간 안에 식물이 아무 것도 없는 환경으로 하였다.

(나) 방향식물로 녹화한 경우(방향식물 조건)

방향식물 조건에서는 앞에서 레몬이나 박하(mint)와 같은 상쾌한 향기를 방출하는 방향식물을 사용하여 향기의 강하기가 ‘공간 안에서 약간 느껴지는 정도’로 되도록 상기의 방법으로 이 식물의 향기가 인식될 수 있는 최소한의 잎의 면적을 조사하여 대합실의 용적으로 환산한 식물량을 설치하였다.

(다) 향기가 적은 일반적인 관엽식물(觀葉植物)로 녹화한 경우(관엽식물 조건)

관엽식물 조건에서는 방향식물과 향기의 유무에 따른 평가의 차이만을 비교하기 위하여 겉보기의 인상을 바꾸지 않도록 방향식물 조건으로 설치한 식물재배용 용기(planter)를 그대로 사용하고 식물만을 교체하였다. 또한, 식물의 양도 교체 전후가 같은 정도로 되도록 하였다.

(2) 쾌적성의 평가

‘쾌적성’에는 현재의 상태에 존재하는 불쾌한 요소를 제거하는 ‘소극적 쾌적성’과 불쾌하지 않은 상태를 보다 적극적으로 쾌적하게 하는 ‘적극적 쾌적성’의 두 가지 측면이 있다. 그런데 적극적 쾌적성으로서 녹화가 공간 인상을 변화시키는 효과와 관련하여 방향식물과 관엽식물 간에는 어떠한 차이가 있는가를 조사하였다. 또한, 식물의 향기를 이용함으로써 스트레스나 피로를 완화하는 소극적 쾌적성의 효과도 기대할 수 있으므로 방향식물을 녹화에 이용함에 따른 피로회복 효과에 대하여도 평가하였다.

게다가 사람의 평가는 사전에 주어진 정보에 따른 영향을 받는 점이 알려져 있다. 그래서 각 조건 모두 일부의 모니터에 대하여 대합실에 입실하기 직전에 “이 대합실은 릴랙스(relax), 리프레시(refresh)하는 것을 목적으로 하고 있습니다.”를 아울러 전하는 적극적인 PR을 한 후에 평가를 받았다. 그 외의 모니터에서는 시험의 목적을 일체 전하지 않고 평가를 받았다.

(3) 모니터

모니터는 역 개찰구 부근에서 일반 모집하였다. 1 조건당 50명으로 하여 각 조건 모두 20~60세로 하여 연령구성과 남녀비율이 대개 균등하게 되도록 구성하였다.

(4) 공간 인상의 변화

공간 인상을 54항목의 형용사 대에 따른 SD법(☞ 참조)으로 평가하였다. 그 결과, 이 대합실 공간 인상은 ‘상쾌감’, ‘넓어 느낌’, ‘겉보기 복잡도’, ‘개성’, ‘환대’, ‘식물량’ 등의 6 요소로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 이들에 대하여 ‘상쾌하다; 7’ ← ‘어느 쪽이라고 할 수 없다; 4’ → ‘상쾌하지 않다; 1’의 수치로 상쾌감을 나타낸 결과, PR을 한 경우는 식물이 없을 때의 상쾌감이 3.9, 방향식물이 있을 때의 상쾌감이 5.0, 관엽식물이 있을 때의 상쾌감이 4.6이었고, PR을 하지 않은 경우는 식물이 없을 때의 상쾌감이 4.6, 방향식물이 있을 때의 상쾌감이 4.3, 관엽식물이 있을 때의 상쾌감이 4.3이었다. 즉, 방향식물 조건에서는 PR을 한 경우에 상쾌감이 높아진다고 하는 결과가 얻어졌고 관엽식물 조

☞ SD법(semantic differential method)

‘밝다-어둡다’ 등, 상반되는 형용사를 양극에 두고 그 사이를 5단계나 7단계의 계단적으로 인상을 평가하는 방법

건에서도 마찬가지였다. 방향식물을 이용하는 경우에 적극적으로 PR을 함으로써 공간 인상을 긍정적(positive)으로 변화시킬 수가 있다고 생각된다.

(5) 피로회복 효과

피로회복 효과를 평가하기 위하여 대합실에 들어가기 전에 역구내의 보행이나 계단의 승강, 계다가 전동차에서의 이동을 결정된 경로로 가도록 하고 일률적인 부하를 걸었다. 그 후에 대합실에 들어가기 직전과 들어가고 나서 10분 후에 POMS(☞ 참조)를 행하여 들어가기 전후의 정신적 피로감을 조사하였다. 피로회복 효과의 평가를 보면, 향기를 인식한 사람의 피로회복 지표는 식물이 없을 때가 5%, 방향식물이 있을 때가 11%, 관엽식물이 있을 때가 4%이었다. 각 시험조건의 피로회복 지표를 비교한 결과, 방향식물 조건에서 향기를 인식한 사람은 피로회복 효과가 높다고 하는 결과가 얻어져 피로회복 효과를 얻기 위해서는 향기를 인식하는 것이 중요함을 알 수 있었다.

(6) 대합실 녹화의 찬부

평가시험 종료 시에 모니터에 대하여 대합실에 식물을 두는 것에 대한アンケート 조사를 하였다. 대합실에 향기가 적은 관엽식물을 두는 것에 대하여는 전 모니터의 90% 이상이 ‘좋다’고 회답하여 대합실 녹화는 전반적으로 호의적으로 받아들이고 있음을 나타내었다. 한편, 방향식물을 두는 것에 대하여는 찬부가 나뉘었다. 그 중에서 ‘나쁘다’ 또는 ‘어느 쪽도 아니다’라고 회답한 사람의 이유를 보면, 그 약 80%는 ‘향기는 사람에 따라 기호가 있다’고 하는 일반론적인 의견이었다. 또한, 방향식물 조건에서는 타 조건보다 ‘좋다’의 회답이 많고, ‘나쁘다’ 또는 ‘어느 쪽도 아니다’라고 회답한 사람의 이유에서도 실제로 느낀 향기에 대하여 불쾌감을 나타내는 의견은 없었다. 계다가 PR이 있는 조건에서는 93%가 ‘좋다’고 회답하고 ‘나쁘다’고 하는 회답은 없었다. 이들의 결과로부터 호불호가 있다고 하는 점이 공공 공간에서 향기를 내지 않아야 한다는 선입관으로 이어지고 있고, 아울러 실제로 방향식물로 녹화한 환경을 체험하고 계다가 PR로 그 존재나 목적을 인식함으로써 호의적

인 평가로 전환된 것이라고 생각된다.

IV. 역의 에너지 절약

1. 역에서 소비되는 에너지

역은 건설되고부터 철거되기까지 많은 에너지를 소비한다. 역의 건설, 수선·개수, 사용 시마다 소비되는 에너지의 내역을 조사한 일본의 사례에서는 이들의 총에너지소비(100%) 중에 건설공사에서 5%, 수선·개수공사에서 14%, 건물사용 중의 에너지가 81%이었다. 이것은 지방의 중규모 역을 대상으로 시산한 예이다. 역의 일생에서 소비되는 에너지는 사용 중의 에너지가 80% 이상으로 큰 비율을 점하고 있다. 사용 중에 이용되는 에너지는 크게 전기, 가스, 수도로 나뉜다. 역에서는 일반적으로 이 중에서 전기 에너지가 가장 많이 소비되고 있다. 따라서 역의 에너지 절약화를 실현하기 위해서는 전기에너지 이용의 효율화를 목표로 하는 것이 가장 중요하다고 한다.

역에는 조명이나 공조 설비 등, 많은 전기설비가 있다. 이 중에서 가장 많은 전력으로 필요로 하는 것은 중앙 홀(concourse)을 공조시키고 있지 않은 지상 역의 경우에 조명 설비이다. 그 다음에 가장 많은 전력을 필요로 하는 것은 역사무실 등에서 사용되고 있는 공조 설비, 에스컬레이터, 개찰기 등이다. 한편, 지하역에서는 기계 환기를 할 필요가 있으므로 지상 역과 비교하여 환기·공조 설비가 점하는 비율이 높게 된다.

2. 역의 에너지절약 대책방법

역의 에너지절약화를 실현하기 위해서는 자연에너지의 활용, 설비의 고효율화, 부하의 저감 등을 진행할 필요가 있다.

자연에너지의 활용에 대하여는 주간의 자연광을 적극적으로 거두어들이는 일이나 자연환기의 촉진에 따른 온열환경의 악화방지 등이 대표적인 예로서 열거된다. 설비의 고효율화에는 형광등을 LED조명으로 교환한다든지, 에스컬레이터를 상시 운행시키지 않고 인간감지 센서로 운동

☞ POMS(Profile of Mood States, 기분 프로파일 검사)

기분을 평가하는 질문지법으로 미국에서 개발되었으며, 대상자가 처한 조건에 따라 변화하는 일시적인 기분, 감정의 상태를 측정할 수가 있다.



<그림 4> 광 덕트 집광장치

시커 이용자가 있을 때만 운전시키는 방법이 있다. 또한, 부하의 저감에 대하여는 단열성 향상에 따른 공조 부하의 저감 등이 열거된다.

이하에서는 역의 에너지절약화 기술의 구체적인 예에 대하여 소개한다.

3. 조명전력의 에너지절약화 기술

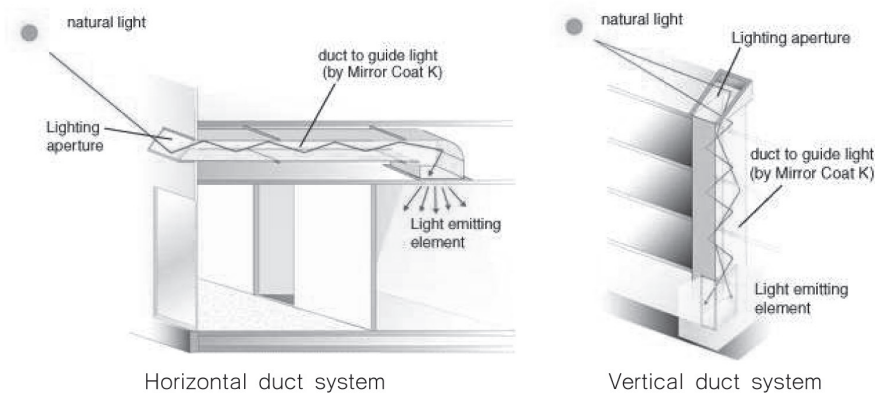
상기에서 기술한 것처럼 역에서 전기에너지를 가장 많이 소비하고 있는 것은 조명 설비이다. 그 때문에 역에서는 광(光)환경에 관한 대책이 몇 가지 채용되고 있다. 대표적

인 사례는 막(膜)지붕과 LED조명이다. 플랫폼 지붕에 종래 이용되고 있는 슬레이트나 골판이 빛(光)의 투과성이 없는 재료인 것에 비하여 막(膜)재료는 투과성이 있기 때문에 플랫폼 조명의 점등시간을 단축하는 것이 가능하게 된다.

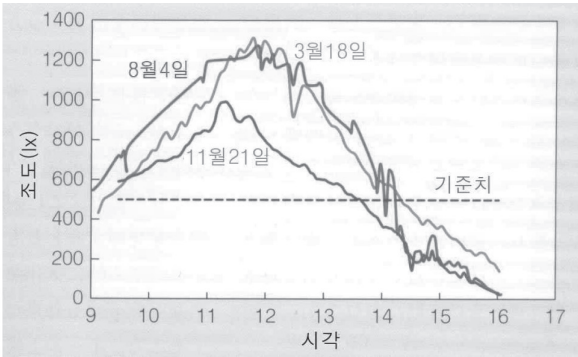
LED조명은 전기에너지에서 빛(光)에너지로의 변환효율이 높고 같은 조도를 얻기 위하여 필요한 소비전력이 형광등이나 백열전구에 비하여 50% 이하로 억제하는 것이 가능하다고 한다. 게다가 수명이 형광등이나 백열전구보다도 길기 때문에 교환주기가 길게 되어 메인テナンス 상으로도 유리하게 된다. 그 때문에 형광등이나 백열전구를 LED로 교환한다든지 디자인성을 높이기 위해 LED조명 전용의 등 기구를 설치하기도 하는 등 LED조명은 많은 역에 보급되고 있다.

광(光)환경에 관한 새로운 기술의 하나로 광(光)덕트(duct)가 있다. 광(光)덕트는 <그림 4>와 같이 지붕 등에 설치한 집광(集光)장치에서 거두어들인 자연광을 고반사율의 경면(鏡面)으로 만들어진 덕트를 통하여 실내까지 이끄는 설비이다(<그림 5>). 자연광을 전기에너지와 같은 다른 에너지로 변환하지 않고서 이용하기 때문에 고효율인 것이 큰 특징이다.

역 중앙 홀(concourse)에 대한 광 덕트의 적용가능성을 확인하기 위하여 실물크기 교상역사 모형(역 시뮬레이터)으로 광 덕트의 조도를 측정된 일본의 실험 예를 소개한다. 이 실험에서는 채광용의 창을 모두 암막으로 막고 광 덕트를 통한 자연광만의 조건으로 바닥면의 조도를 측정하였다.



<그림 5> light duct system

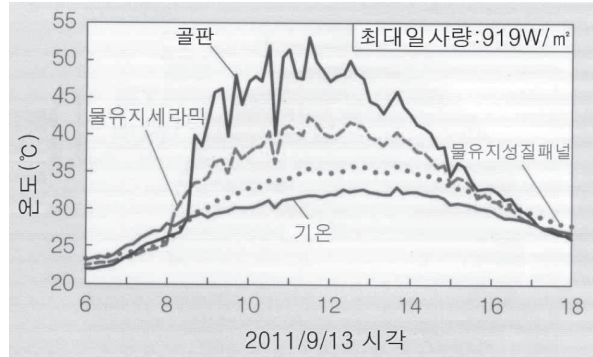


<그림 6> 광 덕트에 따른 조도측정실험 결과

3월, 8월, 11월의 조도 측정결과를 <그림 6>에 나타낸다. 조도는 3일 모두 정오 전후에 최대가 되고, 3월과 8월에는 약 1,200 lx(럭스), 11월에는 약 1,000 lx이었다. 일본에서는 역 중앙 홀(concourse)의 권장 조도를 300~500 lx로 정하고 있다. 이 측정결과에서 조도가 500 lx를 넘는 시간대는 9 시경에서 14시경까지이었다. 만약에 5시에서 익일 1시 까지 20 시간에 걸쳐 조명을 점등하고 있는 중앙 홀에 광 덕트를 도입하여 9시에서 14시까지의 5 시간 점등할 수 있다고 하면, 조명에 요하는 소비전력량을 25% 삭감할 수 있게 된다. 다만, 광 덕트는 일조 변동의 영향을 직접 받기 때문에 조도의 안정성이 부족하다는 결점이 있다. 그러나 이 결점은 통상의 창에서도 마찬가지이기 때문에 채광용 창과 같은 기능을 가진 설비로 간주하면 교상 중앙 홀(concourse) 내의 창에서 떨어진 창이나 플랫폼 위, 얇은 지하 중앙 홀 등에 대하여는 유효한 대책으로 될 수 있는 것이라고 기대된다.

4. 온열환경에 관한 에너지절약 기술

대부분의 일반 건물에서는 여름에 냉방장치가 사용되고 있다. 한편, 대부분의 지상 역 중앙 홀(concourse)은 非냉방 공간이다. 역 중앙 홀에도 공조 설비를 도입하면 사계에 불문하고 쾌적한 온열환경을 실현할 수 있다. 그러나 광대한 중앙 홀이나 옥외에 있는 플랫폼 위에 공조 설비를 설치하면, 다대한 에너지가 소비되는 것은 분명하다. 이 절에서는 중앙 홀이나 옥외 플랫폼 위를 대상으로 에너지를 극력 사용하지 않는 일본의 온열환경대책 기술에 관하여 소개한다.



<그림 7> 골판 표면 온도의 변화

(1) 물유지성질 재료를 이용한 플랫폼 상의 온열환경 개선

하계의 강열한 일사가 플랫폼 지붕에 비추면 지붕 표면 온도가 기온 이상으로 높게 되는 일이 있다. 이 열이 지붕 이면(裏面)에 전해지면 플랫폼 위에 있는 사람의 체감 온도가 기온 이상으로 높게 되어버리는 원인으로 된다. 이와 같은 지붕표면 온도상승을 막는 대책으로서 지붕 위에 물유지성질 재료를 설치하는 방법이 검토되었다.

물유지성질 재료란 우수를 일시적으로 모아둘 수가 있는 재료를 말한다. 물유지성질 재료에는 일반적으로 공극이 많이 포함되어 있어 이것이 단열재로서의 기능을 발휘함과 함께 모아둔 우수가 증발할 때 기화열에 따라 주위의 공기온도를 내리는 효과가 기대된다.

그래서 홈 지붕에 많이 사용되고 있는 골판에 물유지성질 재료를 설치한 경우의 효과를 파악하기 위한 모형실험을 한 예를 소개한다. 실험에 이용한 물유지성질 재료는 타일을 만들 때에 발생하는 폐토(廢土)를 원료로 하는 물유지 세라믹과 화력발전소의 배관보온재를 원료로 하는 물유지성질 패널의 2 종류이다. 이와 같은 물유지성질 재료를 홈 지붕 위에 설치하면 물유지성질 재료의 단열성능에 따라 골판 표면 온도의 상승을 억제할 수 있다. 또한, 물유지 기능에 따라 집중호우 시에 빗물받이의 부담저감에도 기여한다.

골판 표면 온도의 1일간 추이를 <그림 7>에 나타낸다. 골판 만의 조건과 비교하여 골판에 물유지성질 재료를 얹음으로써 최대로 20℃ 정도의 저감효과가 있는 것을 확인할 수 있었다. 이것에 따라 플랫폼 위에 있는 사람의 체감 온도를 수 ℃ 정도 저감시키는 것을 기대할 수 있다.

이와 같이 물 유지성질 재료의 사용에 따라 공조 설비와 같이 전기에너지를 사용하지 않아도 플랫폼 위의 체재 환경을 개선시킬 수 있는 것이 확인되었다.

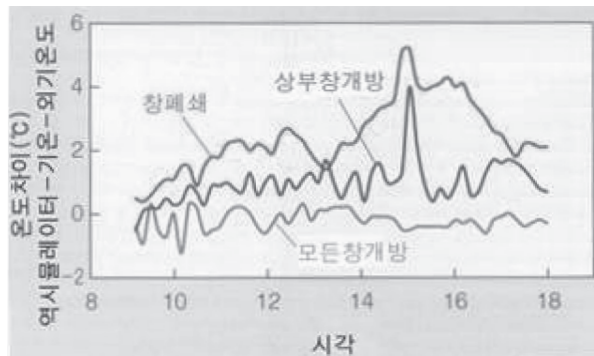
(2) 자연환기에 따른 중앙 홀의 온열환경 개선

여름철 옥내의 기온상승을 억제하기 위해서는 환기의 촉진이 효과적이다. 특히, 자연환기는 동력을 필요로 하지 않고 조건이 좋으면 적당한 바람을 느낄 수가 있어 쾌적성이 더욱 향상된다. 이것은 한여름 옥외의 나무그늘이 양지보다도 상쾌하게 느끼는 것과 같다.

그래서 역 중앙 홀(concourse)에서의 자연환기의 효과를 파악하기 위하여 역 시뮬레이터로 측정실험을 한 예를 소개한다.

이 실험에서는 창을 모두 열어둔 조건, 모두 닫은 조건 및 천정 부근에 설치한 상부 창만을 개방한 조건으로 역 시뮬레이터 내의 기온을 측정하였다. 실제의 역에서는 바닥 위 2~3 m 정도까지의 높이에 개방할 수 있는 다수의 창을 설치하는 것이 곤란한 경우가 많기 때문에, 상부 창만을 개방한 조건은 비교적 용이하게 개방할 수 있는 창을 설치하는 것이 가능하다고 생각되는 천정 부근에만 개구부를 설치한 경우의 개선효과를 확인하기 위한 것이다.

실험결과를 <그림 8>에 나타낸다. 창 폐쇄조건과 상부 창 개방조건인 15시 부근에 기온차이가 크게 되어 있는 것은 직사일광이 온도계에 닿은 영향이다. 창 폐쇄조건에서는 기온차이가 2~4℃ 정도인 것에 대하여 모든 창 개방조건에서는 거의 기온차이가 생기지 않고 있다. 또한, 상부 창 개방조건에서의 기온차이는 1~2℃ 정도로서 모든 창 개방조건과 같은 정도의 효과가 얻어지지 않기는 하였으



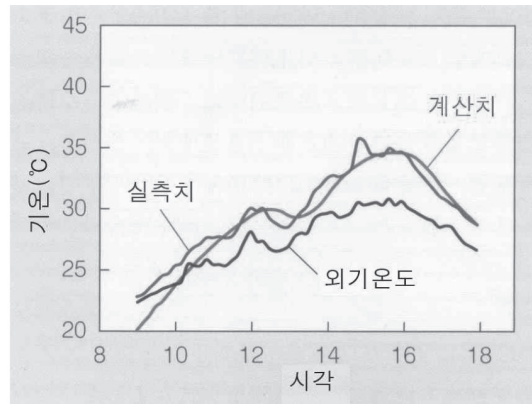
<그림 8> 창 개방조건에 따른 실험결과 비교

나 창 폐쇄조건보다도 기온차이가 작게 되어 있다. 실험의 결과로부터 상부 창과 같이 반드시 역 이용자가 체재하는 공간과 같은 높이에 개구부를 설치하지 않아도 온열환경을 개선시킬 수 있는 것이 확인되었다.

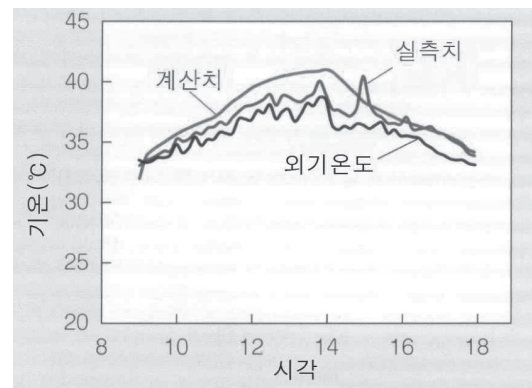
(3) 온열환경 시뮬레이션

자연환기만으로 건물 내의 기온이 어느 정도 변화되는가는 개구부의 위치와 형상에 따라 크게 다르다. 이와 같은 자연환기의 효과를 사전에 검토할 때에는 수치 시뮬레이션이 유효하다.

전 절에서 소개한 측정실험을 대상으로 한 시뮬레이션 예를 소개한다. 이 시뮬레이션 시스템에서는 역사의 개구부 형상, 옥외의 기온, 풍향·풍속 등을 변화시킨 경우의



<그림 9> 중앙 홀(concourse) 내 기온 계산 결과 (역 시뮬레이터, 창 폐쇄조건)



<그림 10> 중앙 홀(concourse) 내 기온 계산결과 (역 시뮬레이터, 상부 창 개방조건)

역사 내의 기온분포와 풍속분포를 계산할 수가 있다.

창 폐쇄조건에서의 계산결과를 <그림 9>에 나타낸다. 계산 결과는 외기온도와 최대 5℃ 정도의 차이가 있는 등 대체로 실측치와 같은 결과가 얻어졌다. 상부 창 개방조건에서의 계산 결과를 <그림 10>에 나타낸다. 내외의 온도 차이는 창 폐쇄조건보다도 작게 되어 있어, 자연환기의 효과가 나타나고 있다.

이와 같은 수치 시뮬레이션을 함으로써 자연환기만으로 양호한 온열환경을 실현시키기 위한 효과적인 개구부 위치와 형상 등의 사전검토가 가능하게 된다.

V. 맺음말

본고에서 소개한 철도와 버스의 갈아타기 편리성에 관한 조사에서는 현재 철도와 버스의 갈아타기가 이루어지고 있는 역의 갈아타기 편리성이 향상된 경우에 전체의 54%의 사람이 '이용하는 기회가 확실하게 늘어난다고 생각한다.' 또는 '이용하는 기회가 아마 늘어난다고 생각한다.'고 회답하였다. 이와 같이 철도와 버스의 갈아타기 편리성의 향상은 철도이용을 촉진시키는 중요한 시책이라고 한다.

한편, 역의 녹화에 방향식물을 이용함으로써 종래의 관엽식물을 이용한 녹화의 걸보기 인상에 더하여 역의 쾌적성을 향상시키는 새로운 부가평가가 얻어질 수 있는 가능성을 나타내었다. 다만, 그를 위해서는 적절한 식물 양을 산출하여 계획적으로 이용하는 것이 필요하다. 게다가 적

극적으로 어필함으로써 공간 인상이 긍정적(positive)으로 변화되는 점도 나타내었다. 식물에는 그 외에도 여러 가지 기능이 있으므로 이들을 활용함으로써 역의 쾌적성을 더욱 향상시킬 가능성에 대하여 검토할 필요가 있다.

또한, 역은 도시·지역 중에서도 사람이 모이기 쉬운 장소이므로 많은 사람이 모이는 역의 에너지효율을 높이는 것은 도시·지역의 에너지절약화에도 이어진다. 향후에도 계속적으로 역·도시·지역의 에너지효율화를 위하여 노력할 필요가 있다. ☺

♣ 참고문헌

- [1] 鈴木崇正, 武藤雅威, 山本昌和, "鉄道とバスの乗り継ぎ 利便性を高める", 2014.7.
- [2] 諸田恵士, 塚田幸広, 河野辰男, "一般化時間による交通結節点の評価手法に関する研究", 土木技術資料 47-19, 2005.
- [3] 潮木知良, 村越暁子, "緑化で駅の快適性を向上する", 2014.7.
- [4] 伊積康彦, "駅の省エネルギー化を目指す", 2014.7.
- [5] 伊積康彦, "駅のエネルギー利用率化", 第25回 鐵道總研講演會, 2012.11.
- [6] Takamasa Suzuki, Masai Muto, Hiroshi Matsubara, Masakazu Yamamoto, "Development of a Method of Evaluation of Rai-Bus Transfer Convenience Considering Characteristics of Station Surroundings", RTRI REPORT Vol. 27, No. 9, 2013.9.
- [7] Auckland Transport, Download Public Transport - Rail, 2013.
- [8] Maiko Ishikawa, Akira Hoyano, Kazuaki Nakaohkubo, Eiko Kumakura, "Planning and evaluation of urban green space for thermally comfortable environmental in the station square - Numerical analysis using 3D CAD-based thermal environment simulator, The seventh International Conference on urban Climate, 2009.
- [9] ISO 7730 Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort, 2005.