

■ 博士學位論文紹介 ■

논 문 제 목 : 복합화물운송을 위한 철도네트워크에서의 <Hub-and-spokes>서비스 디자인 모형
 개발 : 유럽네트워크에의 적용
 (Hub-and-spokes service design of rail freight network for multi-modal transportation : An application to European network)
 학 위 취 득 자 : 정승주
 현 소 속 : 교통개발연구원 동북아물류경제연구센터 책임연구원
 학위취득대학교 : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées(ENPC)
 학위취득년도 : 2002년 9월
 지 도 교 수 : Michel Savy
 전 공 분 야 : 교통계획(화물교통전공)
 출 신 학 교 : 학사 : 경상대학교 경영학과
 석사 : 서울대학교 환경대학원 환경계획학과

화물수송망에서 hub-and-spokes서비스전략은 네트워크내의 모든 또는 대부분의 물량을 거점터미널(허브)에 연계하여 수송케 함으로서 물량이 소량이고 불규칙하게 발생하는 기중점(o-d)구간에 대해 규칙적이고 보다 높은 빈도의 운송서비스를 제공할 수 있게 하는 네트워크전략이다. 이 전략은 항공, 해운, 공로 등에서 널리 이용되고 있으나, 철도의 경우 대개 hub-and-spokes전략을 이용하기 용이한 네트워크구조를 가지고 있지 못해 그 적용사례를 찾아보기 어렵다. 그러나 유럽에서는 철도망이 도로망처럼 조밀하게 형성되어 있다는 점과 환적처리기술의 발달로 90년대 초부터 철도-공로 복합화물운송업체에 의해 이 전략이 철도화물운송부문에도 도입되기 시작했다. 이러한 관점에서 본 논문의 목적은 철도-공로 복합화물물량의 효율적인 운송을 위해 철도화물운송망에서의 hub-and-spokes전략을 구현하는 서비스네트워크 디자인모형을 개발하고 실제철도망에의 적용성을 평가하는데 있다.

개발되는 모형이 전략모형임에도 불구하고 모형에서는 일반화된 운영비용 외에 열차속도, 서비스빈도, 터미널에서의 화물처리속도 등에 따른 시간지체비용도 고려되었다. 시간지체비용의 고려에 따라 야기되는 비선형 목적함수는 빈도별 서비스결정변수의 설정을 통해 선형화되어 결과적으로 모형은 선형 binary 정수 최적화문제로 표현되었다. hub-and-spokes서비스디자인을 위한 이상적인 모형은 열차서비스와 물

량의 수송루트, 그리고 허브입지 등 세 형태의 결정변수를 동시에 결정할 수 있어야 하나 도출된 서비스 디자인 문제가 NP-Hard문제가기 때문에 수학적으로 최적해를 구하기는 거의 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 hub-and-spokes의 완화된 구조(relaxed structure) - 가령, 모든 터미널의 잠재적 허브후보지로의 설정, 모든 o-d구간에 대한 서비스링크 설정, 물량의 환적터미널 무제한 통과허용 등 - 의 설정을 통해 먼저 서비스와 물량수송루트를 동시에 결정하는 일반적인 서비스네트워크문제를 해결하되, 모델의 적용 후 잠재성이 높은 허브입지를 제안할 수 있는 방법을 선택했다.

이와 같이 hub-and-spokes의 완화된 구조를 가진 서비스네트워크 디자인문제로 전환되었음에도 불구하고 여전히 수학적 최적해를 도출하기가 매우 어렵다. 더욱이 개발된 모형을 규모가 큰 실제네트워크에 적용하여 해결하는 것도 연구의 주요 목적중 하나이다. 따라서 이러한 제약을 만족시키기 위해 본 연구에서는 hub-and-spokes서비스네트워크 디자인문제를 전체문제의 분할(decomposition)에 기초한 휴리스틱방법((heuristic method)으로 해결하고자 하였다. 이를 위해 세 가지 휴리스틱 알고리즘(heuristic algorithms)이 개발되었다. 세 알고리즘은 유럽의 실제네트워크를 기초로 도출한 4개의 테스트문제에 적용되어, 해의 정확도와 해도출의 효율성이 비교·평가되었다. 이어 세 알고리즘중 가장 효율적인 알고

리즘을 선택하여 테스트문제 중 가장 큰 규모의 문제에 대해 hub-and-spokes서비스전략의 다양한 적용성을 시험하고 평가하였다. 실험을 통해 잠재성이 높은 복수의 허브후보지가 제시되었을 뿐만 아니라 서

비스전략의 다양한 시나리오와 파라미터 변화에 따른 분석이 이루어졌다. 분석결과 본 연구는 유럽의 철도 운송망에서 hub-and-spokes서비스전략이 매우 유용하다는 것을 확인할 수 있었다.