

# 고속도로 본선차단 영향분석 및 용량관측 사례

## Analysis of Effects of Mainline Blockage on Expressway based on Capacity Observation

이 승 준\*  
Lee, Seung Jun

### 1. 서 론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

국내외적으로 고속도로의 용량을 파악하고자하는 시도는 여러 차례 있었으며, 그 결과 현재 고속도로 건설시 설계기준으로 사용하는 용량 값이 결정되었다. 그러나 이러한 용량 값의 결정을 위한 용량관측 사례는 자연스러운 교통류의 흐름을 관측한 경우로, 엄밀한 의미에서는 충분한 교통수요가 담보되었다고 보기는 어려운 점이 있다. 즉, 용량의 관측을 위해서는 수요가 용량을 초과하여 하류부에 정체현상이 발생하고 이때 병목구간을 통과한 차량의 대수를 관측하는 방법이 일반적인데, 이러한 경우의 대부분이 합류부에서 연결로 진입수요에 의한 차량 상층이 발생되기 때문에 용량감소 요인이 작용한다고 보며 이러한 용량 값을 Queue Discharge Flow Rate(이하 QDF)이라 한다. 따라서 QDF는 진정한 고속도로 기본구간의 용량으로 인정되기 보다는 혼잡류에서 정상류로 회복될 때 발생하는 Dual Capacity 중 하나로 본다. 이 때문에 정상류에서 혼잡류로 전이하기 직전의 용량을 관측하는 것이 필요한데, 많은 용량관측 시도에도 불구하고 도로의 근본 구조적 문제 때문에 충분한 수요가 상류부에서 하류부로 통과하지 못하고 이로써 용량관측이 어렵다.

본 연구에서는 이러한 문제점의 인식을 출발점으로 하여 2009년 재난대응 안전한국 훈련의 일환으로 서해대교 강풍대비 모의훈련시 본선차단에 따른 교통정체 영향분석과 더불어 현장조사를 통한 고속도로 기본구간의 용량 관측을 시도하였다. 이러한 실제 고속도로 교통차단의 실행과 이에 따른 현장조사는 국내외적으로 연속류 특성을 지니는 고속도로에서 유례를 찾아보기 힘든 사례로서, 이를 통해 밝혀진 고속도로 기본구간의 용량 값은 고속도로의 계획, 설계 및 운영단계에서 소중한 쓰일 귀한 자료로서의 가치를 지닌다. 따라서 본 연구는 이러한 고속도로 기본구간의 실제적인 용량 파악을 주목적으로 수행되었다.

#### 1.2 연구 수행방법

서해안고속도로 본선차단은 2009. 5. 27(수) 13:00~16:00까지 서해안선 목포기점 272.6km(송악IC, 서울방향) ~ 284.9km(서평택IC, 목포방향)에 대해 서울방향 12분, 목포방향 8분 전면차단을 실시하였다. 이에 대하여 차단 시행이후 시간대별 교통상황(방향별 정체발생 및 해소에 따른 정체시점, 최대정체규모, 정체해소위치, 정체해소시간 등)을 사전에 예측한 교통정체 영향분석을 수행하였으며, 이를 현장조사 결과를 비교하여 최종적으로 교통차단 영향분석 모형을 개발하였다.

### 2. 교통차단영향 사전 예측

현장조사에 앞서 교통차단에 따른 영향분석을 실시하였다. 이때 사용된 자료는 2009. 4. 1(수) ~ 2009. 5.

\* 정희원 · 한국도로공사 도로교통연구원 교통연구실 책임연구원 · 공학박사(E-mail : samuellee@ex.co.kr) -발표자



6(수) 기간의 6주간 수요일 본선 및 연결로 교통량 자료이며, 평균교통량을 적용하여 차단 시행이후, 시간대별 교통상황 분석 결과를 제시하였다.

**표 1. 교통차단 사전 예측 결과**

방향	차단시간	대안	정체해소 시간	정체소멸 위치	비고
서울방향 (송악IC)	14:00~14:12 (12분)	예측결과 (평균교통량)	14:18	1.42(km)	차단시행시점(14:00) 및 지점(송악IC 및 서평택IC)으로부터의 시간 및 거리
목포방향 (서평택IC)	14:00~14:08 (8분)	예측결과 (평균교통량)	14:14	1.45(km)	

### 3. 현장조사

현장조사는 서해대교 진입전 양방향 상류부에 해당하는 송악IC 및 서평택IC 부근에 각각의 차단지점을 기준으로 상하류부에 각각 8대씩의 영상촬영장비를 설치하여 5분 단위로 교통량, 속도 및 지정체규모를 조사하였다. 이때, 교통량은 승용차환산계수 값 적용을 위해 도로용량편람에 제시되어 있는 승용차(16인승 미만), 버스대형(16인승 이상), 화물소형(8톤 미만), 화물대형(8톤 이상, 특수)으로 차종을 구분하였으며, 속도는 1분에 1대씩 표본을 추출하여 5분간의 표본평균을 산출하였다. 또한, 지정체규모 조사는 실제 교통차단의 영향으로 차량 대기행렬이 발생할 때 조사원을 고속도로에 배치하여 대기행렬 위치 및 시간을 기록하여 조사하였다.

#### o 자료 수집

- 서해대교 인접 나들목(서평택, 송악) 3차로 전면차단에 따른 지정체 현황 파악 및 분석조사를 위해 영상촬영기법을 이용한 교통현황 특성조사 수행

※ 서해안선 목포기점 272.6km(송악IC)~284.9km(서평택IC)의 훈련구간 14.3km를 중심으로 한 교통특성 변화 영향권 설정

#### o 조사 방법

- 총 16개 카메라 설치(차단지점 전후 8개 카메라 설치)

**표 2. 교통차단 현장조사 내용 및 방법**

구 분	세부내용	수행방법
지정체 현황조사	- 송악IC 및 서평택IC 전면차단지점 전후 지정체 현황조사	- 조사시간대 지정체 변화 영상촬영 - 차단지점 전후 5km 반경에 영상조사장비 8대 설치
교통량 조사자료	- 송악IC 및 서평택IC 전면차단 전후 지정체 변화분석	- 조사시간대 통과교통량 및 통행속도 변화를 5분 단위로 변화분석

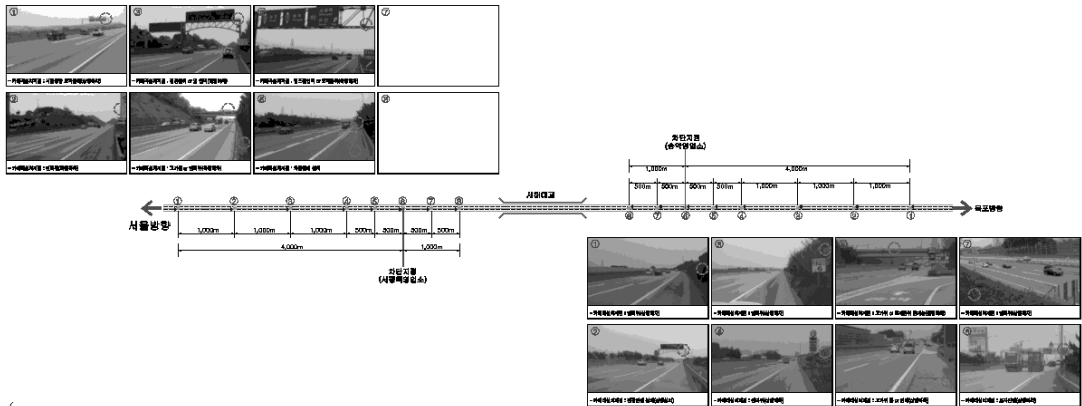


그림 1. 현장조사 위치 및 조사방법



그림 2. 서해안 고속도로 본선차단 상황

#### 4. 현장조사 결과 및 용량관측

##### 4.1 현장조사 결과

사전에 예측된 교통차단영향과 실제 전개된 교통차단의 현장조사 결과를 비교하였다. 서울방향에 대하여는 큰 차이가 없었으나, 목포방향은 비교적 큰 차이가 발생하는 것을 볼 수 있다.

표 3. 사전예측 결과와 현장조사 결과 비교

방향	차단시간	대안	정체해소 시간	정체소멸 위치	비고
서울방향 (송악IC)	14:00~14:12 (12분)	예측결과 (평균교통량)	14:18	1.42(km)	차단시행 시점(14:00) 및 지점(송악IC 및 서평택IC) 으로부터의 시간 및 거리
		실제차단	14:16	1.45(km)	
목포방향 (서평택IC)	14:00~14:08 (8분)	예측결과 (평균교통량)	14:14	1.45(km)	
		실제차단	14:15	2.12(km)	

##### 4.2 용량관측

앞서 예측된 결과와 실제 현장조사 결과의 차이를 보았을 때, 보다 정확한 용량 값의 적용이 요구됨을 알

수 있다. 본 연구에서는 현장조사 자료의 분석을 통해 고속도로 기본구간의 용량 값을 파악하고자 하였으며, 이 때 사용된 분석방법은 거시적 속도-교통량 관계도를 이용한 것으로 교통자료 집계시간 간격은 5분이다. 서울방향의 경우는 차단지점(지점 6) 이후 합류부가 존재하여 지점 7 및 지점 8에서 관측된 교통량이 기본구간의 QDF 값에 해당하지 않아 용량관측에서 자료가 제외되었는데, 이는 당초 차단계획과 달리 현장상황에서 차단지점의 위치가 변동됨으로 인해 발생한 결과이다. 한편, 목포방향의 경우는 당초 차단계획에 의거해 교통차단이 이루어 졌는데, 차단지점(지점 4) 이후 지점 5에서 QDF의 최대 통과교통량 값이 관측되었다. 이 때 관측용량은 384(pcpl)/5분으로 시간당 교통량으로 환산하면 1,536(pcphpl)이 된다.

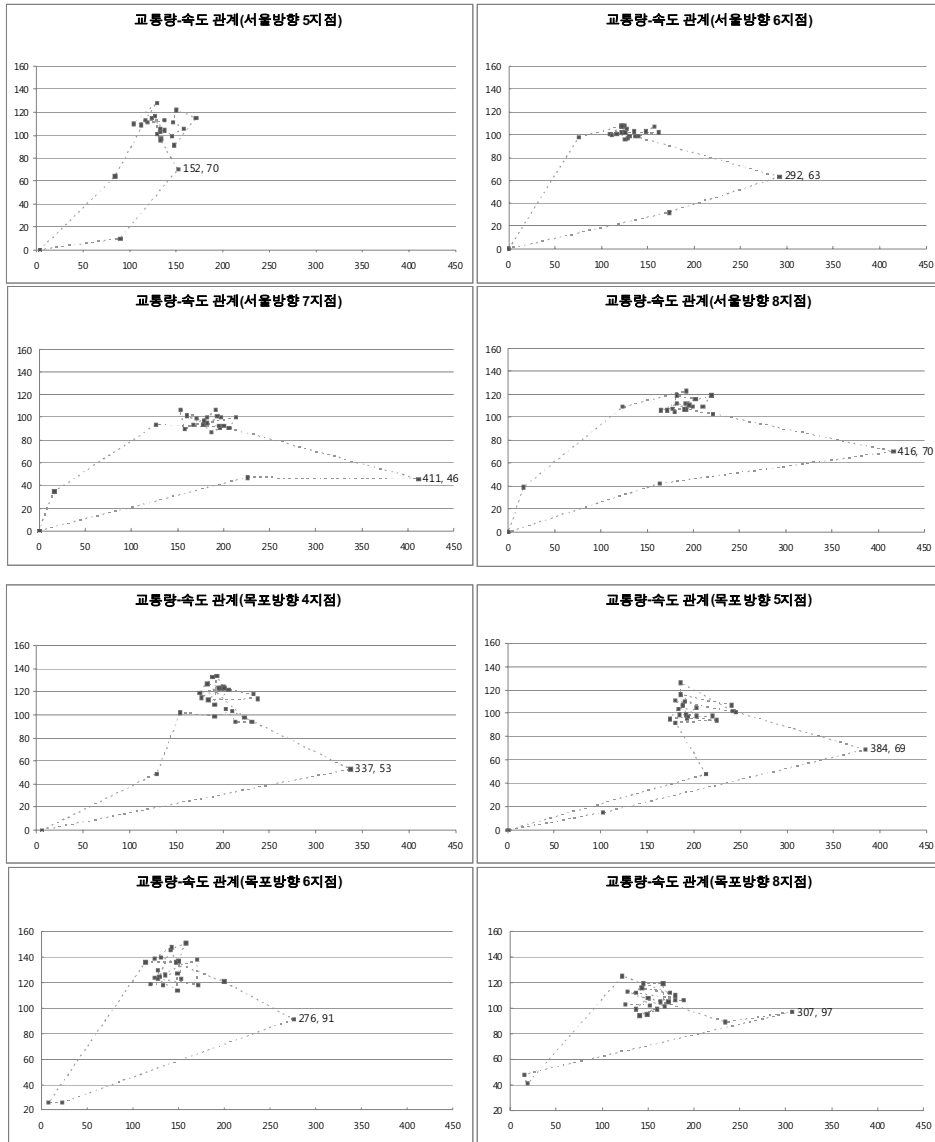


그림 3. 교통차단지점 교통량-속도 관계도 (Time Interval - 5분)

### 5. 교통차단영향 분석모형 개발

관측된 기본구간의 용량 값은 1,536(pcp/hpl)로 나타났다. 사전 교통차단 영향분석에 사용한 최초 가정치 1,500(pcp/hpl)과 크게 차이가 나지는 않았으나 기존에 고속도로 기본구간의 용량 값이 2,200(pcp/hpl)인 점을 감안하면 승용차 단위로 환산하였을지라도 차이가 크게 남을 알 수 있다. 또한 예측 결과와 실제결과의 차이는 용량 값의 차이 이외에도 추정된 교통량과 관측교통량의 차이로 인해 오차가 더 크게 발생하였다(표 3 참조). 예측교통량은 목포방향 1,814(pcp/hpl), 서울방향 1,220(pcp/hpl)이었으며, 관측교통량은 목포방향 2,327(pcp/hpl), 서울방향 1,474(pcp/hpl)이었다.

이에 본 연구에서는 표 4에서 보는 바와 같이, 관측용량과 실제교통량을 교통차단 예측모형에 적용하여 결과를 비교하였다. 그 결과, 예측모형에 의한 결과가 실제 교통차단에 의해 발생한 교통상황에 보다 더 근접한 결과를 보였다.

**표 4. 예측모형 결과와 현장조사 결과 비교(관측용량 1,536pcp/hpl 적용)**

방향	차단시간	대안	정체해소 시간	정체소멸 위치	비고
서울방향 (송악IC)	14:00~14:12 (12분)	예측결과 (실제교통량)	14:17	1.48(km)	차단시행 시점(14:00) 및 지점(송악IC 및 서평택IC) 으로부터의 시간 및 거리
		실제차단	14:16	1.45(km)	
목포방향 (서평택IC)	14:00~14:08 (8분)	예측결과 (실제교통량)	14:15	2.09(km)	
		실제차단	14:15	2.12(km)	

한편, 관측용량 1,536(pcp/hpl)은 수치적으로 적용의 편리성을 위해 1,500(pcp/hpl)을 사용하는 것이 바람직할 것이며, 교통차단 이후 QDF의 주행속도는 설계속도 값보다 작을 것이므로 설계속도의 90%를 적용하는 것이 설계속도를 그대로 적용하는 것 보다는 더 타당한 결과를 도출할 것이다(표 5 참조). 또한 적용 교통량의 경우도 사전예측을 위해서는 추정교통량이 적용되어야 타당하므로, 수정된 용량 1,500(pcp/hpl)과 추정교통량을 사용하여 예측모형에 적용하였고 그 결과가 표 6에 제시되어 있다.

**표 5. 예측모형 결과와 현장조사 결과 비교(관측교통량 적용)**

방향	차단시간	대안	정체해소 시간	정체소멸 위치	비고
서울 방향 (송악IC)	14:00~14:12 (12분)	예측결과 (실제교통량)	14:17	1.49(km)	차단시행 시점(14:00) 및 지점(송악IC 및 서평택IC) 으로부터의 시간 및 거리
		실제차단	14:16	1.45(km)	
목포 방향 (서평택IC)	14:00~14:08 (8분)	예측결과 (실제교통량)	14:15	2.11(km)	
		실제차단	14:15	2.12(km)	

주) 최대통과교통량(QDF Rate) : 1,500pcp/hpl, 차두거리 : 10m/대, QDF Speed : 설계속도의 90% 적용

**표 6. 예측모형 결과와 현장조사 결과 비교(추정교통량 적용)**

방향	차단시간	대안	정체해소 시간	정체소멸 위치	비고
서울방향 (송악IC)	14:00~14:12 (12분)	예측결과 (평균교통량)	14:17	1.31(km)	※ 서울방향 평균 11% 교통량 증가
		실제차단	14:16	1.45(km)	
목포방향 (서평택IC)	14:00~14:08 (8분)	예측결과 (평균교통량)	14:13	1.34(km)	※ 목포방향 평균 30% 교통량 증가
		실제차단	14:15	2.12(km)	

## 6. 결론

본 연구에서는 국내외적으로 그동안 파악하기 힘들었던 고속도로의 용량을 파악하고자, 2009년 재난대응 안전한국 훈련의 일환으로 시행된 서해대교 본선차단을 기회로 교통정체 영향분석과 더불어 현장조사를 통한 고속도로 기본구간의 용량 관측을 시도하였다. 현장조사를 통해 파악한 기본구간의 용량 값은 1,536(pcp/hpl)로 나타났으며, 이를 통해 고속도로 본선차단 예측모형을 개발하였다. 그동안 가정에 의존하던 고속도로의 용량 값을 어느 정도의 교통환경(설계속도, 차로수 등) 하에서 찾을 수 있었다는 의의는 있었으나, 분석을 위해 사용된 교통량 추정치가 분석결과에 큰 영향을 끼친다는 것을 확인할 수 있었다. 추정교통량이 실제교통량과 크게 차이가 나는 이유로는 교통검지기의 성능저하 및 고장, 오작동 등으로 파악되며, 또한 단기적인 교통량 변동을 원인으로 들 수 있다. 따라서 향후 신뢰할 수 있는 교통상태예측 결과를 도출하기 위해서는 추정교통량의 신뢰도를 높일 필요가 있다고 하겠다.

한편, 본 연구를 통해 관측된 고속도로 용량 값 1,536(pcp/hpl)은 기존에 기본구간의 용량 값이 2,200pcp/hpl 인 점을 감안하면 차이가 크게 남을 알 수 있다. 이로써 최초 고속도로 건설시 적용되는 용량 값이 과대 추정되고 실제 도로 개통이후 예상보다 빨리 교통혼잡이 발생하는 현상을 이해할 수 있다. 이러한 결과는 도로 건설시 설계기준의 개정 및 운영상의 교통혼잡관리에 유용하게 적용할 수 있는 단초를 제공하며, 향후 이러한 결과에 대한 추가적인 세밀한 연구의 진행이 요구된다고 하겠다.

## 참고 문헌

1. 이승준, 고속도로 용량관측 사례, 대한교통학회 세미나, 2009.6
2. 한국도로공사, 서해안선 본선 전면차단에 따른 교통영향 분석보고서, 2009. 6
3. 한국도로공사, FTMS 자료