

콘크리트 박스거더교의 상판 아스팔트 두께에 따른 최고 설계 유효온도 산정

이성행
부산대학교 토목공학과

Estimation of Maximum Design Effective Temperature for Concrete Box Girder Bridge Considering Asphalt Thickness of Concrete Deck

Seong-Haeng Lee
Department of Civil Engineering, Pusan National University

요약 본 연구에서는 콘크리트 박스거더교의 상부 아스팔트 두께에 따른 유효온도와 유효온도 조정치를 연구한다. 이를 위하여 0mm, 50mm, 100mm, 150mm의 아스팔트 두께를 갖는 4개의 콘크리트 박스거더 시험체를 제작하고, 온도 데이터를 측정하여 여름철 최고 유효온도의 영향을 분석하였다. 각 모형에 17개와 23개의 온도센서를 콘크리트 거더에 부착하여, 30분 간격으로 하루에 48세트씩 온도 데이터를 측정하고 이를 바탕으로 유효온도를 산정하였다. 분석 결과 유효온도는 최고온도 38℃에서 Euro code와 비교하여 4.1~4.8% 높게 산정되었다. 아스팔트 두께에 따른 최고 유효온도의 온도 조정값은 아스팔트 두께 50mm에서 +1.0℃, 100mm에서는 +0.0℃, 150mm에서 -1.0℃가 제시된다. 이 값은 Euro code와 비교하여 매우 유사한 값을 보인다. 최고 대기온도 38℃에서 측정된 유효온도는 50mm 시험체에서 최고 39.5℃로 제시되며, 이 최고 유효온도는 국내 온도 설계기준의 최대 온도범위 35℃와 비교하여 4.5℃가 높게 제시되었다. 본 연구에서 제시된 유효온도와 유효온도 조정값은 설계온도 하중 산정 시 유용한 기초자료가 될 것으로 판단된다.

Abstract The effective temperature and the effective temperature adjustment according to the thickness of the upper asphalt in a concrete box girder bridge are studied. To this end, four concrete box girder specimens with asphalt thicknesses of 0 mm, 50 mm, 100 mm, and 150 mm were manufactured. The temperature data were measured to analyze the effect of the maximum effective temperature in summer. A total of 17 or 23 temperature sensors were attached to the concrete girder test specimen of each model. The temperature data were measured in 48 sets per day at 30-minute intervals. According to the analysis, the effective temperature was calculated to be 4.1~4.8% higher than the Euro code at a maximum temperature of 38℃. The adjustment to the maximum effective temperature according to asphalt thickness is +1.0℃ for 50 mm, +0.0℃ for 100 mm, and -1.0℃ for 150 mm. This value is very similar to the Euro code. At the maximum air temperature of 38℃, the effective temperature was 39.5℃ in the 50 mm test specimen, and this maximum effective temperature was 4.5℃ higher than the maximum temperature of 35℃ in the domestic temperature design standard. The effective temperature and effective temperature adjustment values presented in this study are considered useful foundation data for establishing a design temperature load.

KeyWords : Maximum Effective Temperature, Asphalt Thickness of Concrete Deck, Concrete Box Girder Bridge, Temperature Measurement, Temperature Load

본 논문은 한국연구재단(NRF-2019R1F1A1040806)의 지원으로 연구되었음.

*Corresponding Author : Seong-Haeng Lee(Pusan Nat'l Univ.)

email: lsh77@pusan.ac.kr

Received August 17, 2021

Accepted December 6, 2021

Revised September 24, 2021

Published December 31, 2021

1. 서론

AASHTO LRFD[1]와 Euro code[2]의 교량 온도에 대한 설계하중은 국내 설계기준보다 좀 더 체계적이고 세분화되어 있다. 지역별 설계온도, 교량 형식별 온도 하중범위와 상하 온도차, 상부 콘크리트의 아스팔트 두께 등의 상세한 규정이 마련되어 있다. 온도 하중의 범위를 Euro code[2]에서는 유효온도 개념을 사용한다. 국내 도로교 설계기준[3](한계상태 설계법)의 합성교 온도하중의 범위는 보통지역과 한랭지역으로 구분하여 일률적인 값으로 규정하고 있다. 이러한 온도하중의 영향을 검토하기 위한 국내 교량에 대한 실험 및 이론적 연구는 아래와 같다. [4]에서는 교량에 대한 온도 하중기준에 대한 기본사항을 제시하였다. 강교량의 온도설계 기준이 되는 유효온도에 대한 실험적 연구가 이루어졌고[5,6], 이를 바탕으로 인공지능을 활용한 연구도 이어졌다[7]. 강교의 콘크리트 바닥판 아스팔트 표면두께에 따른 유효온도의 실험적 연구가 최고기온[8]과 최저기온[9] 별로 연구되었다. 콘크리트 교량에 대한 유효온도 연구는 표면 아스팔트가 없는 콘크리트 박스거더 교량의 유효온도에 대한 연구가 수행되었다[10]. 또한 강교량의 온도 경사에 대한 연구[11]와 강교량 상부 아스팔트 두께에 따른 온도 경사 연구[12]가 수행되었다.

교량 콘크리트 바닥판의 아스팔트 두께에 따라 유효온도의 차이가 발생 한다. 이에 따라 바닥판 아스팔트 두께에 따른 온도하중의 영향을 파악하는 것이 요망되어진다. 콘크리트교에서는 온도 승강과 온도구배에 의해 유발되는 횡방향 응력 및 이에 의한 종방향 균열발생으로 온도하중이 구조물의 내구성에 큰 영향을 미칠 수 있다. 현재의 콘크리트교의 도로교 설계기준[3] (한계상태 설계법, Ministry of Land Infrastructure and Transport)은 온도구분을 한랭지역과 보통지역 정도로만 나누어 최고온도와 최저온도 범위를 제시하고 있다(Table 1).

본 연구에서는 아스팔트 두께를 변화시킨 콘크리트 박스거더교 모형 시험체 4개를 제작하고, 온도를 측정 분석하여 콘크리트 바닥판의 아스팔트 두께에 따른 여름철 최고 유효온도의 영향을 분석한다.

모형 제작비와 측정 장소(공간)의 한계로 3차에 걸쳐서 모형을 제작하고 온도를 측정하였다. 측정 1차년도(2017년)에는 바닥판의 아스팔트 포장두께가 각각 0mm, 150mm인 2개의 시험체를 제작하였고, 측정 2차년도(2018년)에는 아스팔트 포장두께를 50mm로, 측정 3차년도(2010년)에는 아스팔트 포장두께 100mm로 시

험체를 제작하여 실험하였다. 이를 통하여 아스팔트 두께에 따른 콘크리트 교량의 온도설계 기준을 위한 기초 자료를 마련하고자 한다.

2. 콘크리트교의 유효온도 설계기준

도로교 설계기준[3]은 콘크리트교의 온도 범위를 Table 1과 같이 최고 온도와 최저온도 범위를 제시하고 있다. Euro code[2]에서는 유효온도를 Table 2와 같이 최고 유효온도 26 ℃~38 ℃의 대기온도에서 설정하고 있고, Table 3과 같이 콘크리트 표면 두께에 따라 유효온도를 조정하고 있다. 여기서 그룹 1,2는 강상형교, 그룹 3은 강합성교, 그룹 4는 콘크리트교에 해당된다. 반면 국내 도로교설계기준은 구분된 지역별 유효온도 범위만 제시하고 있고, 피복두께에 따른 유효온도 조정의 설계기준은 따로 마련되어 있지 않다.

Table 1. Temperature ranges (℃)[3]

	Concrete bridge	Steel bridge
Moderate	-5~35	-10~50
Cold	-15~35	-30~50

Table 2. Maximum effective temperature of Euro code[2] (℃)

Air temperature	Upper structure type		
	Group 1,2	Group 3	Group 4
38	47	40	37
37	46	40	36
36	46	39	36
35	46	39	35
34	45	38	34
33	45	37	33
32	44	37	33
31	44	36	32
30	44	36	32
29	43	35	31
28	42	34	30
27	42	34	29
26	41	33	29

Table 3. Adjustment value of effective temperature according to surface thickness (Euro code)[2](℃)

Case	Adjustment value		
surfacing thickness	Group 1,2	Group 3	Group 4
unsurfaced	+4	0	0
waterproofed	-	+4	+2
40mm	0	+2	+1
100mm	-	0	0
200mm	-	-4	-2

3. 시험체 모형제작 및 측정

3.1 시험체 모형제작

콘크리트 교량 시험체를 Fig. 1~Fig. 4와 같이 상부 아스팔트 두께를 변경하여 제작 설치하였다. 각 모형에서 상부 아스팔트 두께는 BOX A 0mm, BOX B 50mm, BOX C 100mm, BOX D 150 mm이며, 두께별 온도 영향을 평가하였다. 박스단면의 크기는 폭 2.0m, 높이 2.0m, 두께 0.2m, 길이 3.0 m이며, 돌출된 외부 슬래브는 좌우 1 m이며, 두께는 0.2 m이다. 바닥면에는 공기 유통과 지열 등의 영향을 고려하여 높이 1.0 m의 사각형 기둥 4개로 지지하였다. BOX A, D 시험체에는 Fig. 5(a)와 같이 23개의 온도 센서가, BOX B, C 시험체에는 Fig. 5(b)와 같이 17개의 온도 센서를 부착하였다. 교량 시험체는 경상남도 양산시 물금읍의 부산대학교 양산캠퍼스에 설치하고 측정하였다.



Fig. 1. 0mm bridge specimen (Box A)



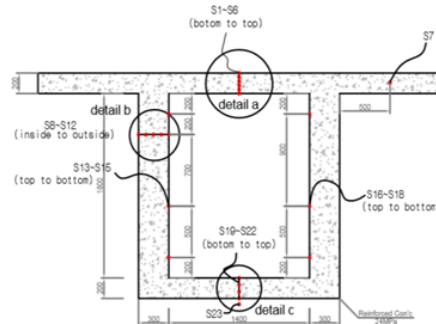
Fig. 2. 50mm bridge specimen (Box B)



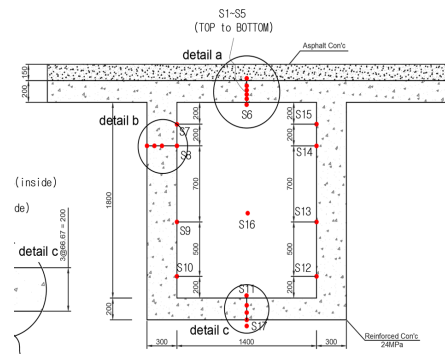
Fig. 3. 100mm bridge specimen (Box C)



Fig. 4. 150mm bridge specimen (Box D)



(a)



(b)

Fig. 5. Section plan and thermo-gauge location in the bridge specimen (a) Box A, D (b) Box B, C

3.2 온도측정

시험체에서는 장기간의 온도를 안정적으로 측정하기 위하여 시험체로부터 20m거리에 있는 실험실 안에 데이터로거를 설치하였다. 각 교량시험체에 설치된 측정점에서 데이터로거의 자동 Time interval 기능을 사용하여 30 분 간격으로 온도를 연속으로 측정하여 1일 48데이터 셋의 자료를 측정하였다. BOX A, D 시험체는 2017년의 측정값을, BOX B는 2018년 측정값을 사용하였고, BOX C는 2010년 측정값을 사용하였다.

4. 측정 결과 및 분석

4.1 유효온도 산정

BOX A, B, D에서는 최고 유효온도를 산정하기 위하여 7월 1일서 8월 31일까지 측정된 자료를 사용하여 각 시험체에서 2970 온도데이터 set를 분석하였다. 2020년에 측정된 BOX C(100mm)는, 7월에 낮은 기온이 많아 일정기온 이하의 온도를 제외하고 온도를 분석하였다. 각 측정에서 측정된 온도데이터를 통계 처리하여 추세선과 표준 오차를 산정하였다. Euro code에서 제시한 대기온도 (24 ℃~38 ℃)에서 각 지점의 온도 추세선을 산정하고, 산정된 값에 그 지점의 표준오차를 더하여 각 지점의 온도를 결정하였다. 이와 같은 선택 이유는 Euro code가 오랜 시간 축적된 데이터를 기반으로 유효온도를 산정한 것과 달리 본 연구에서는 측정기간이 상대적으로 짧기 때문에 데이터의 극값을 이용하여 유효온도를 구하고자 함이다.

최종 유효온도 산정은 티센가중법(Thiessen method)을 사용하여 도출된다. 이는 면적에 가중치를 두어 값을 산정하는 방법으로 산술평균법 보다 정확하고 적용방법에 객관성이 있다. Table 4는 교량시험체에서 상부 슬래브, 양측 벽체, 그리고 하부 콘크리트부로 면적을 구분하여 각 면적의 합을 정리하였다. 티센가중법으로 각 지점의 온도에 이 면적을 곱하고, 전체 지점값의 합을 총면적으로 나누어 유효온도를 산정하였다.

Table 4. Area of bridge specimen(mm²)

Top slab	Side walls	Bottom slab	Σ
800,000	1,080,000	400,000	2,280,000

Fig. 6~Fig. 9는 0mm, 50mm, 100mm, 150mm아스팔트 두께에서 상판 콘크리트 중앙부(S3)와 하판 콘크리트 중앙부에서 측정 데이터의 분포를 나타낸다. 콘크리트 중앙부의 하판 게이지는 0mm, 150mm모형에서 S21, 50mm, 100mm모형에서는, S18이 된다. 각 표에서 그래프의 가로축은 측정 기간 동안의 대기온도를 나타낸 것이고 세로축은 각 지점의 온도측정값을 나타낸다.

0mm, 50mm 시험체에서는 상판이 하판보다 온도 추세선이 급하게 나타나나, 100mm, 150mm 시험체에서는 상부 아스팔트의 영향으로 상판과 하판의 온도 경사선에 큰 차이가 없이 완만한 경사를 보이고 있음을 알 수 있다.

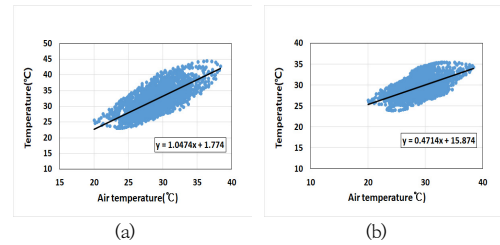


Fig. 6. Temperature distribution of 0mm specimen (a) S3 gauge (b) S21 gauge

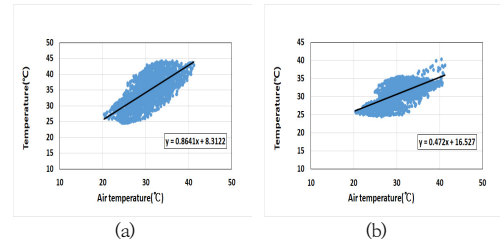


Fig. 7. Temperature distribution of 50mm specimen (a) S3 gauge (b) S18 gauge

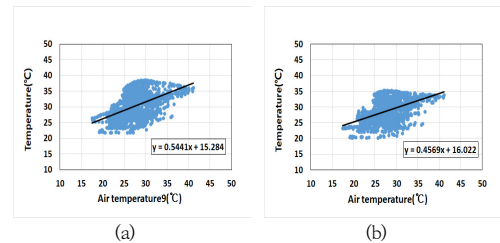


Fig. 8. Temperature distribution of 100mm specimen (a) S3 gauge (b) S18 gauge

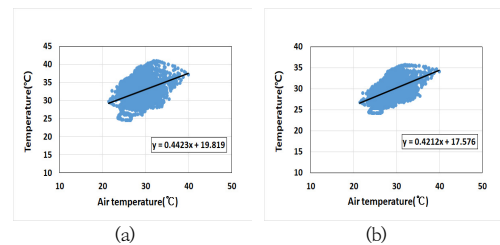


Fig. 9. Temperature distribution of 150mm specimen (a) S3 gauge (b) S21 gauge

4.2 아스팔트 두께별 유효온도 산정

4.2.1 0 mm, 150 mm 유효온도 산정

아스팔트 두께 0 mm와 150 mm의 교량 모형은 2017년도 같은 기간에 측정되었으며, 측정 게이지는 Fig. 5 (a)와 같이 23지점에 온도게이지가 부착되었다.

23번 페이지는 대기온도를 측정한다. 4.1항의 방법으로 7월과 8월의 측정 자료를 분석하여 유효온도를 산정하였으며, 산정결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Effective temperature of 0mm, 150mm specimen

Air temperature	Box A (0mm)	Box D (150mm)	
38	38.6	37.6	
37	37.9	37.1	
36	37.2	36.7	
35	36.5	36.3	
34	35.8	35.8	
33	35.2	35.4	
32	34.5	34.9	
31	33.8	34.5	
30	33.1	34.1	
29	32.4	33.6	
28	31.7	33.2	
27	31.0	32.8	
26	30.3	32.3	

4.2.2 50 mm, 100 mm 유효온도 산정

50 mm 교량모형은 2018년에, 100 mm는 2020년에 측정되었다. 측정 페이지는 Fig. 5(b)와 같이 17지점에서 온도 데이터를 분석하고 Table 6과 같이 각 온도별 유효온도를 산정하였다. 측정한 3년간 경남 양산 기상청의 7월, 8월 매일 최고기온의 평균기온은 Table 7과 같다. 2020년 7월은 측정기온은 낮은 기온으로, 실험기준의 범위를 초과하게 되어 제외하였으며 도표에서도 고려하지 않았다. Table 7에서 2018년의 여름 평균기온은 2017년, 2020년에 비하여 0.9℃ 높은 것을 고려하여 계산된 각 유효온도에서 0.9℃를 감하여 Table 8에 보정하였다.

4.2.3 아스팔트 두께별 유효온도 산정

앞에서 계산된(4.2.1, 4.2.2) 4개 교량 시험체에서 측정된 유효온도를 Table 8에 정리하였다. 이 표에서는 대기온도 30℃에서 38℃까지 유효온도를 Euro code와 비교하여 정리하였다. Euro code의 값은 Table 3의 표면 두께에 따른 보정치를 고려한 값이다. 50mm, 150mm 교량시험체에 해당하는 Euro code의 보정치는 Table 3에서 unsurfaced (0mm), 100mm, 200mm의 값을 직선 보간법으로 계산하여 0.8℃, -1℃로 산정하였다. Table 7의 기온에 따라 2018년의 100mm 시험체의 보완된 값과 각 시험체 모형에서 측정된 값을 Table 8과 같이 정리하여 직접 비교하였다.

Table 6. Effective temperature of 50mm, 100mm

Air temperature	Box B(50mm)		Box C (100mm)	
	당초	보정		
38	40.5	39.6	38.5	
37	39.8	38.9	37.9	
36	39.2	38.3	37.3	
35	38.6	37.7	36.6	
34	37.9	37.0	36.0	
33	37.3	36.4	35.4	
32	36.6	35.7	34.8	
31	36.0	35.1	34.2	
30	35.4	34.5	33.6	
29	34.7	33.8	32.9	
28	34.1	33.2	32.3	
27	33.4	32.5	31.7	
26	32.8	31.9	31.1	

Table 7. Average maximum atmospheric temperature of the weather station

Case	July	August	Average
2017	32.4	32.9	32.6
2018	33.3	33.6	33.5
2020	-	32.6	32.6

Table 8. Effective temperature of each bridge specimen

Air temperature	Box A (0mm)		Box B (50mm)		Box C (100mm)		Box D (150mm)	
	Euro code	This study	Euro code	This study	Euro code	This study	Euro code	This study
38	37	38.6	37.8	39.6	37	38.5	36	37.6
37	36	37.9	36.8	38.9	36	37.9	35	37.1
36	36	37.2	36.8	38.3	36	37.3	35	36.7
35	35	36.5	35.8	37.7	35	36.6	34	36.3
34	34	35.8	34.8	37.0	34	36.0	33	35.8
33	33	35.2	33.8	36.4	33	35.4	32	35.4
32	33	34.5	33.8	35.7	33	34.8	32	34.9
31	32	33.8	32.8	35.1	32	34.2	31	34.5
30	32	33.1	32.8	34.5	32	33.6	31	34.1

4.3 유효온도 분석

4.3.1 유효온도 산정 결과 및 비교

Table 8에서 대기온도 38℃의 유효온도는 0mm에서 38.6℃, 50mm에서 39.6℃, 100mm에서 38.5℃, 150mm에서 37.6℃가 제시되며, 최고 유효온도는 50mm에서 39.6℃이다. 최상위 온도와 전체 온도에 대한 Euro code와의 온도차 및 오차율을 정리하면 Table 9와 같다. Table 9에서 피복 0mm 시험체는 대기온도

38℃에서 Euro code보다 1.6℃ 높게 산정되었다. 피복 50mm, 100mm, 150mm 시험체는 각각 대기온도 38℃에서 Euro code보다 1.7℃, 1.3℃, 1.6℃ 높게 산정된다. 모든 시험체의 유효온도는 Euro code보다 높게 산정되며, 그 오차는 최상위 온도인 38℃에서는 4.1~4.8%, 전체 온도에서는 4.8~7.9%의 범위를 보인다. 이는 지역적인 차이와 모형제작의 차이로 판단된다. 교량 모형이 실제 교량에 비하여 규모가 작고 일부만 제작되어 유효온도가 Euro code와 차이가 있는 것으로 판단된다.

Table 9. Error rate and temperature difference of actual measurements and Euro codes

Air temperature	Error rate	0mm	50mm	100mm	150mm
38℃	Temperature difference(℃)	+1.6	+1.8	+1.5	+1.6
	%	4.3	4.8	4.1	4.4
31~38℃	%	4.8	5.5	5.3	7.9

4.3.2 두께에 따른 유효온도 비교 및 조정치

Table 8의 각 두께별 유효온도를 그래프화하면 Fig. 10과 같다. Fig. 10을 분석하면 다음과 같다. 최상인 38℃에서 4개 시험체중 50mm가 가장 높고, 0mm와 100mm, 그리고 150mm 순으로 높게 측정되며, 0mm와 100mm는 35℃이상에서 매우 유사하게 분석된다. 0mm는 38℃에서 유효온도가 높은 값을 보이나 점차 다른 시험체 보다 선형적으로 낮게 측정됨을 보인다. 이는 38℃에서 온도가 떨어짐에 따라 타 시험체에 비하여 아스팔트의 보온 효과가 없어 온도 전달이 쉬워져 온도가 낮아진 것으로 판단된다. 아스팔트가 두꺼운 100mm, 150mm 유효온도 선도는 0mm와 50mm보다 비교적 완만한 경사를 보인다.

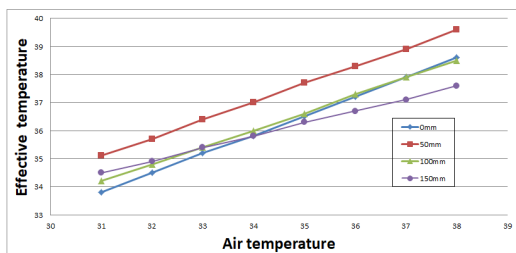


Fig. 10. Comparison of effective temperature of 4 specimens according to thickness

Euro code에서는 대기온도와 관계없이 일정하게 온도 보정치를 제시한다(Table 3). 분석된 최고 대기온도 38℃, 37℃, 36℃에서 피복 두께에 따른 유효온도의 조정치 값을 0mm 시험체를 기준으로 계산하여 Table 10에 정리하였다. 또한 도표에서 상기 온도에서 조정치의 범위를 정리하고, 최종 조정 값을 산정하였다. 0mm를 기준으로 50mm, 100mm, 150mm일 때 아스팔트 두께에 따른 유효온도 조정 값을 +1℃, 0℃, -1℃로 산정된다. 제시된 값은 Euro code 값 0.8℃~1℃와 비교하여 매우 유사한 조정 값을 보인다.

Table 10. Adjustment value of actual measurements (℃)

Case	Air temperature	0mm	50mm	100mm	150mm
Euro code		0	+0.8	0	-1.0
		(37)	2.2%	0%	-2.7%
This study	38	0	+1.0	-0.1	-1.0
		(38.6)	2.6%	0%	2.6%
	37	0	+1.0	0.0	-0.8
		(37.9)	2.6%	0%	2.1%
	36	0	+1.1	+0.1	-0.5
		(37.2)	3.0%	0%	1.3%
	Adjustment range	0	+1.0~1.1	-0.1~+0.1	-0.5~-1.0
	Adjustment value	0	+1.0	0	-1.0

4.3.3 국내 콘크리트 박스거더교에 적용

국내 적용되는 콘크리트 박스거더교의 아스팔트 두께는 50mm에서 100mm가 많이 적용된다. 또한 추후 반복적인 노면 보수에 따른 오버레이로 인해 150mm 이상의 두께도 가능하다고 판단된다.

Table 10의 조정치를 적용하면 50mm에서는 +1.0℃의 유효온도 증가를, 100mm에서는 변동이 없는 것으로 분석된다. 150mm에 가까울 때는 유효온도가 -1.0℃ 감소한다. 콘크리트 박스거더교는 강교량과 비교하여 아스팔트 두께에 따른 유효온도 변화가 민감하지 않은 것으로 분석되었다.

아스팔트 두께 50mm일 경우, 본 검토에서의 최고 유효온도가 Table 8에서 39.5℃가 되므로 도로교설계기준에 따른 온도범위 35℃를 4.5℃를 초과하는 온도가 제시된다. 본 연구에서는 Euro code와 같은 대기온도 38℃에서 유효온도를 산정했지만 최근 이상기온에서 기록한 최고 대기온도인 40℃ 이상을 고려하면, 유효온도는 그 범위는 더 크게 벗어날 수 있을 것으로 예측된다.

5. 결론

콘크리트 박스거더교의 아스팔트 두께에 따른 유효온도와 유효온도 조정치를 제시하기 위하여 4종의 콘크리트 박스거더교 시험체를 제작하고, 온도 데이터를 측정하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 아스팔트 두께에 따른 최고 유효온도의 온도 조정치는 0℃를 기준으로 하여 50mm, 100mm, 150mm에서 각각 +1.0℃, +0.0℃, -1.0℃로 도출되었다. 전체적으로 Euro code와 비교하여 매우 유사하게 측정되었다. 이 결과는 현재 제정되어 있지 않은 아스팔트 두께에 따른 유효 온도 설계기준 산정 시 유용한 자료로 사용될 수 있다.
- (2) 최고 대기온도 38℃에서 측정된 유효온도는 50mm에서 최고 39.5℃, 150mm에서 최저 37.6℃, 가 제시되었다. 최고 유효온도는 국내 도로교 설계기준의 최대 온도범위 35℃와 비교하여 4.5℃가 높게 제시되었다. 각 교량시험체에서 유효온도는 Euro code와 비교하여 최고온도 38℃에서 4.1~4.8%, 31℃~38℃ 온도에서 4.8~7.9% 높은 유효온도가 산정되었다.
- (3) 국내에 적용되는 강박스 거더교의 아스팔트 두께는 50mm에서 100mm가 많이 적용된다. 따라서 50mm에서는 +1.0℃의 유효온도 증가가 요망되며, 100mm에서는 유효온도의 변화가 없고, 150mm에서는 유효온도가 감소하므로 고려할 필요가 없다고 판단된다.
- (4) 0mm 교량 시험체에서의 유효온도 선도의 기울기는 38도에서 대기온이 떨어짐에 따라서 타 교량 시험체에 비하여 상대적으로 낮아졌고, 아스팔트가 두꺼운 100mm, 150mm 유효온도 선도는 0mm와 50mm보다 비교적 완만한 경사를 보였다.
- (5) 50mm 시험체에서 최고 유효온도 39.5℃는 국내 도로교 설계기준의 최대 온도범위 35℃와 비교하여 4.5℃ 높고, 향후 기후 변동 등을 고려하여 콘크리트교량에 대한 온도 설계기준을 상향 시키는 것이 요망된다.

References

- [1] AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (SI Units, 4th Edition), pp.3~104, 2007.
- [2] British Standards Institution, Steel, Concrete and Composite Bridges, Part 2. Specification for loads, appendix E. BS5400: Part2:1978, pp.20~23, 2004.
- [3] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Highway Bridge Design Criteria(in Korea)(Limit state design method), 2012.
- [4] C. H. Kim, Y. S. Jeong, G. H. Min, J. H. Kim, Proposal of Temperature Load for Bridge Design in Korea, Autumn Annual Conference of the Korea Concrete Institute, Vol.27, No.2, pp.159~160, 2015
- [5] S. H. Lee, H. K. Shin, K. N. Kim, K. S. Jung, An Experimental Study for Estimation of effective temperature for design in Steel Box Girder Bridge, Journal of the Korean Society of Steel Construction, KSSC, Vol.28, No.6, pp.449~458, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.7781/kjoss.2016.28.6.449>
- [6] S. H. Lee, Evaluation of Maximum Effective Temperature for Estimate Design Thermal Loads in Steel Box Girder Bridges, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 17, No. 8, pp.133~138, 2016.
DOI: <https://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.8.133>
- [7] S. H. Lee, Calculation of Maximum Effective Temperature of Steel Box Girder Bridge Using Artificial Neural Network, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 19, No. 3, pp.96~103, 2019.
DOI: <https://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2019.19.3.96>
- [8] S. H. Lee, H. K. Shin, K. N. Kim, Estimation of the maximum design effective temperature for steel box girder bridges considering asphalt thickness of concrete deck, Journal of the Korean Society of Steel Construction, KSSC, Vol.30, No.5, pp.299~307, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.7781/kjoss.2018.30.5.299>
- [9] S. H. Lee, H. K. Shin, K. N. Kim, Estimation of the maximum design effective temperature for steel box girder bridges considering asphalt thickness of concrete deck, Journal of the Korean Society of Steel Construction, KSSC, Vol.30, No.5, pp.299~307, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.7781/kjoss.2018.30.5.299>
- [10] S. H. Lee, Experimental Study on the Effective Temperature Calculation of Concrete Box Girder Bridge, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 21, No. 11, pp.740~745, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.11.740>
- [11] S. H. Lee, Y. C. Park, A Study on the Vertical Temperature Difference of Steel Box Girder Bridge by Field Measurement, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 19, No. 8, pp.545~551, 2018.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.8.545>
- [12] S. H. Lee, Vertical Temperature Difference of Steel Box Girder Bridge Considering Asphalt Thickness of

Concrete Deck, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 20, No. 3, pp.602-608, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.3.602>

이 성 행(Seong-Haeng Lee)

[정회원]



- 1985년 2월 : 서울대학교 토목공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 충북대학교 토목공학과 (공학박사)
- 1997년 9월 ~ 현재 : 부산대학교 토목공학과 교수

〈관심분야〉

강교량, 교량 온도하중, 대형수문 진동실험 및 거동