

# 동결지수 적용에 관한 연구

## A Study on Freezing Index value in Korea

이경하\* · 옥창권\*\* · 김인수\*\*

Lee, Kyung Ha · Ock, Chang Kwon · Kim, In Soo

### 1. 개 요

현 도로포장설계에 사용하는 동결지수는 80년 당시 건설부 도로조사단에서 30년간 관측한 자료를 토대로 전국동결지수선도를 발표하여 도로포장 설계·시공지침에 반영된 기준을 적용하고 있다. 그러나 이 동결지수 선도는 작성된지 20년이 지났고 최근의 변화된 기후조건을 감안할 때 매 10년 주기로 동결지수선도 기준이 마련되는 것이 타당하다. 따라서 최근 30년간 기후조건을 토대로 전국동결지수선도를 재작성하여 이를 도로 포장 설계·시공지침에 반영하고자한다.

### 2. 검토내용

동결지수 관측은 70년부터 2001년까지 30년간 전국 66개소의 기상측후소에서 관측된 기상자료를 토대로 그림 1 ~그림 2와 같이 동결지수와 동결기간을 분석하고 전국동결지수선도를 제시하였다.

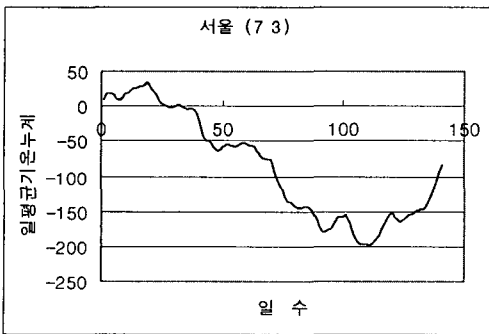


그림 1. 서울지역의 동결지수(73년도)

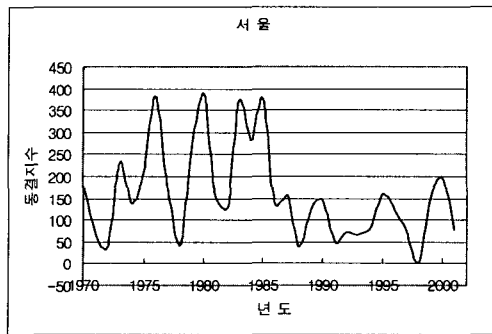


그림 2. 년도별 동결지수 추세(서울)

### 3. 검토결과

지역별 동결지수 산정결과는 표 1 에 나타냈으며 80년 당시 전국도로조사단에서 발표한 전국동결지수와 비교해 볼 때 평균적으로 1.7℃ · 일이 증가되었고, 동결기간은 2일이 증가되었다. 개정하고자 하는 전국의 지역별 동결지수선도를 그림

\* 한국도로공사 도로교통기술원 책임연구원

\*\* 한국도로공사 도로교통기술원 연구원



3과 같이 제시하였다.

설계 동결지수를 구하기 위하여 표 4에서 표고 100m를 기준으로 하여 해당좌표의 동결지수를 제시하였으므로, 이 표에서 임의의 지역의 동결지수를 간편하게 구할 수 있다. 동결지수 분석결과, 90년대부터 동결지수가 감소하는 현상이 뚜렷이 나타났으나 이는 90년대부터 기후가 상승하여 나타나는 현상으로 30년 기후조건을 대상으로 동결지수를 산출할 때는 동결지수가 오히려 약간 큰 것으로 나타났다.

표 1. 지역별 동결지수 및 동결기간

지역	측후소 지반고(m)	동결지수 ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$ )	동결기간 (일)	지역	측후소 지반고(m)	동결지수 ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$ )	동결기간 (일)
속초	17.6	181.6	66	합천	32.1	193.0	62
대관령	842.0	873.8	127	거창	224.9	278.2	74
춘천	74.0	539.0	92	영천	91.3	237.8	64
강릉	26.0	167.2	57	구미	45.5	278.1	76
서울	85.5	380.9	80	의성	73.0	425.2	78
인천	68.9	354.7	78	영덕	40.5	138.8	57
원주	149.8	613.0	94	문경	172.1	279.4	55
울릉도	221.1	129.3	32	영주	208.0	417.8	77
수원	36.9	468.4	79	성산포	17.5	-	-
충주	69.4	528.4	89	고흥	60.0	83.5	49
서산	26.4	313.2	76	해남	22.1	102.6	49
울진	49.5	121.6	57	장흥	43.0	130.1	52
청주	59.0	411.6	78	순천	74.0	179.9	64
대전	67.2	317.7	68	남원	89.6	272.4	67
추풍령	245.9	303.9	78	정읍	40.5	223.9	61
포항	2.5	98.5	52	임실	244.0	420.3	86
군산	26.3	194.9	61	부안	7.0	244.7	61
대구	57.8	160.9	54	금산	170.7	372.5	77
전주	51.2	233.5	61	부여	16.0	330.0	74
울산	31.5	83.6	46	보령	15.1	254.8	76
광주	73.9	141.4	55	천안	24.5	405.4	78
부산	69.2	49.6	27	보은	170.0	461.7	76
통영	25.0	37.4	27	제천	264.4	610.2	91
목포	36.5	75.6	33	홍천	141.0	635.4	98
여수	67.0	62.2	31	인제	199.7	614.5	91
완도	37.5	38.1	26	이천	68.5	511.0	89
제주	22.0	4.1	3	양평	49.0	619.7	91
남해	49.8	148.9	38	강화	46.4	486.2	89
거제	41.5	52.1	39	진주	21.5	132.8	51
산청	141.8	141.8	49	서귀포	51.9	-	-
밀양	12.5	180.2	62	철원	154.9	685.0	109



표 2. 동결지수 비교표

지역	도로조사단(80)		본 연구		증감	
	동결지수 ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$ )	동결기간 (일)	동결지수 ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$ )	동결기간 (일)	동결지수 ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$ )	동결기간 (일)
속초	212.2	56	181.6	66	-12.8	10
대관령	799.4	114	873.8	127	92.1	13
춘천	457.2	79	539.0	92	99.6	13
강릉	171.7	60	167.2	57	13.3	-3
서울	408.9	61	380.9	80	-10.2	19
인천	373.3	61	354.7	78	-0.9	17
울릉도	121.1	56	129.3	32	26	-24
수원	445.0	60	468.4	79	41.2	19
충주	445.6	112	528.4	89	100.6	-23
서산	340.6	60	313.2	76	-9.6	16
울진	127.8	56	121.6	57	11.6	1
청주	350.0	60	411.6	78	79.4	18
대전	346.1	60	317.7	68	-10.6	8
추풍령	304.4	60	303.9	78	17.2	18
포항	118.3	56	98.5	52	-2.1	-4
군산	238.9	60	194.9	61	-26.2	1
대구	190.0	56	160.9	54	-11.3	-2
전주	218.3	60	233.5	61	32.9	1
울산	96.7	56	83.6	46	4.7	-10
광주	167.8	80	141.4	55	-8.6	-25
부산	64.4	44	49.6	27	2.9	-17
통영	53.9	44	37.4	27	1.3	-17
목포	83.3	56	75.6	33	10	-23
여수	72.2	56	62.2	31	7.8	-25
완도	72.8	55	38.1	26	-16.9	-29
남해	83.9	56	74.3	38	8.2	-18
거제	86.7	44	52.1	39	-16.8	-5
산청	181.1	57	141.8	49	-21.5	-8
밀양	212.8	57	180.2	62	-14.8	5



표 2. 동결지수 비교표(계속)

지역	도로조사단(80)		본 연구		증 감	
	동결지수 ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$ )	동결기간 (일)	동결지수 ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$ )	동결기간 (일)	동결지수 ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$ )	동결기간 (일)
합천	231.1	57	193.0	62	-20.3	5
거창	305.0	60	278.2	74	-9	14
영천	257.8	60	237.8	64	-2.2	4
구미	298.9	59	278.1	76	-3	17
의성	399.4	60	425.2	78	43.5	18
영덕	204.4	56	138.8	57	-47.9	1
문경	296.1	57	279.4	55	1.1	-2
영주	397.2	78	417.8	77	38.4	-1
고흥	112.8	56	83.5	49	-11.5	-7
해남	157.8	56	102.6	49	-37.4	-7
장흥	182.2	60	130.1	52	-34.3	-8
순천	120.6	53	179.9	64	77.1	11
남원	258.3	60	272.4	67	31.8	7
정읍	243.9	61	223.9	61	-2.2	0
임실	347.8	61	420.3	86	90.3	25
부안	287.22	60	244.7	61	-24.7	1
금산	388.3	60	372.5	77	1.9	17
부여	322.8	60	330.0	74	25	14
보령	286.1	60	254.8	76	-13.5	16
천안	406.7	62	405.4	78	16.5	16
보은	436.7	61	461.7	76	42.8	15
제천	526.1	102	610.2	91	84.1	-11
홍천	576.7	102	635.4	98	76.5	-4
인제	525.0	80	614.5	91	107.3	11
이천	413.9	112	511.0	89	97.1	-23
양평	480.0	103	619.7	91	139.7	-12
강화	449.4	66	486.2	89	54.5	23
진주	138.9	60	132.8	51	11.1	-9
평균	280.4	63	282.1	65	1.7	2

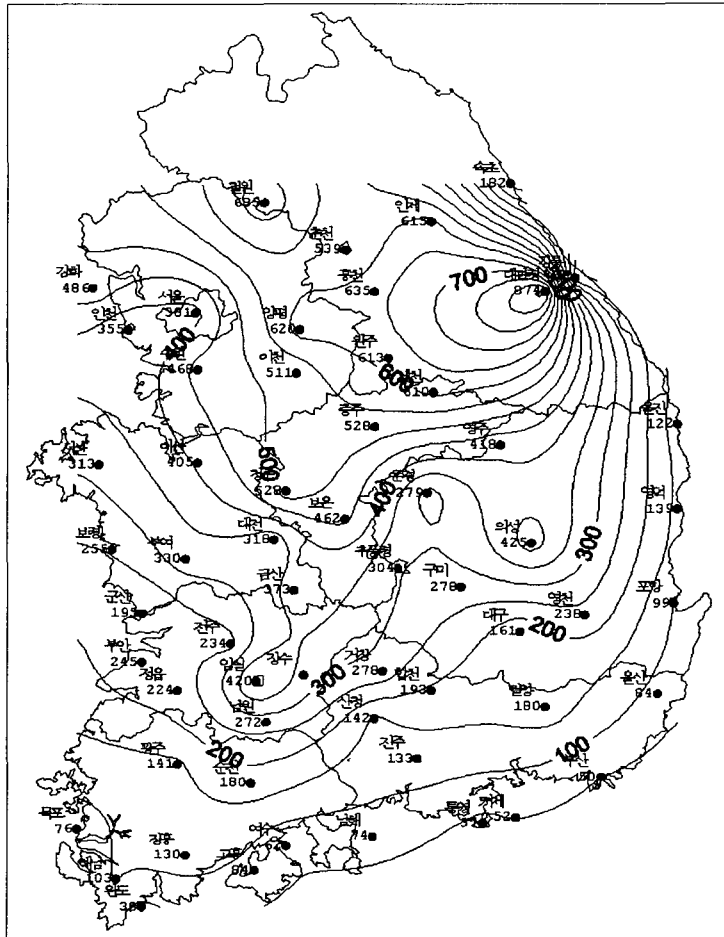


그림 3. 전국동결지수선도

#### 4. 결 론

최근 30년의 동결지수 관측자료를 토대로 지역별 동결지수 산정할 결과, 80년 당시 전국도로조사단에서 발표한 전국동결지수와의 비교에서 평균적으로 1.7℃·일이 증가되었고, 동결기간은 2일이 증가되었다.

설계 동결지수를 간편하게 구하기 위하여 표고 100m를 기준으로 하여 해당좌표의 동결지수를 제시하였으므로, 이 표에서 임의의 지역의 동결지수를 구할 수 있다.

동결지수 분석결과, 90년대부터 동결지수가 감소하는 현상이 뚜렷이 나타났으나 이는 90년대부터 기후가 상승하여 나타나는 현상이며, 30년 기후조건을 대상으로 동결지수를 산출할 때는 동결지수가 오히려 약간 큰 것으로 나타났다.



표 3. 좌표별 전국동결지수

(단위 : °C · 일)

북위(radian) 동경(radian)		34			35					36	
		0.40	0.63	0.83	0.02	0.22	0.41	0.61	0.80	0.03	0.23
126	0.4	77	99	94	120	151	184	213	228	240	264
	0.6	67	120	121	132	158	196	236	245	235	277
	0.8	61	123	138	141	160	208	247	256	256	316
127	0.0	75	126	144	157	184	232	261	257	286	343
	0.2	73	103	131	173	216	270	316	271	301	332
	0.4	65	75	105	165	215	273	324	315	326	335
	0.6	68	90	122	154	182	216	265	294	323	348
	0.8	73	115	151	152	153	153	220	264	289	318
128	0.0	68	106	133	142	150	159	210	244	257	250
	0.2	51	75	94	120	150	179	215	234	265	282
	0.4	33	46	52	97	141	178	200	214	271	322
	0.6	19	33	54	89	135	181	195	182	260	359
129	0.8	-	25	45	75	121	179	195	198	264	347
	0.0	-	13	28	46	84	130	160	188	236	286
	0.2	-	-	19	37	63	102	131	157	191	217
126	0.4	-	-	-	25	46	69	93	111	125	150
	0.4	294	320	342	366	384	414	478	515	527	538
	0.6	315	344	367	386	391	376	435	495	527	547
127	0.8	353	379	405	423	429	397	412	479	532	561
	0.0	374	404	440	462	486	441	421	498	557	587
	0.2	364	410	452	482	504	509	515	551	599	624
	0.4	352	419	466	497	518	580	591	593	620	636
	0.6	397	444	483	521	551	620	622	590	588	594
	0.8	383	426	480	544	576	611	617	580	567	563
128	0.0	298	333	424	517	566	593	600	588	575	535
	0.2	285	280	377	472	535	556	560	553	548	475
	0.4	337	339	372	428	476	504	504	477	423	350
	0.6	401	373	367	388	416	441	447	392	309	219
129	0.8	385	359	342	342	350	357	357	275	220	179
	0.0	308	302	290	281	276	243	214	154	144	137
	0.2	233	233	224	214	206	186	156	129	118	115
	0.4	162	163	155	143	143	132	116	102	94	94

주) 표고 100m 기준

참고문헌

1. 도로연구소 아스팔트포장 연구실, "고속도로 아스팔트 포장설계 및 개선에 관한 연구", 한국도로공사, 1994, pp14~112