

コンクリート舗装の破損要因分析

東北工業大学○学生員 内山哲郎
東北工業大学 正 員 村井貞規

1.はじめに

コンクリート舗装版はその下層の路盤や路床に比べて剛性が大きいので、荷重はコンクリート版のスラブアクションによって支持される。つまり、路盤や路床の負荷が小さくコンクリート版の曲げ剛性によって交通荷重を分散して支持している。本研究では、建設省が平成5年までに調査した全国の一般国道のコンクリート舗装路面性状写真を元に、コンクリート舗装に発生したひび割れの破損要因を単純集計とクロス集計により整理し、さらに破損の原因となるコンクリート舗装版内の応力を有限要素法により検討したものである。

2.コンクリート舗装のひび割れに関する分析

コンクリート舗装路面性状写真から図1のようなスケッチを作成し、コンクリート版のひび割れの状況を分類した。その種類はコンクリート版の中央部、端部での横ひび割れ、中央部、わだち部での縦ひび割れ、隅角部、版全体に及ぶ斜めひび割れ、目地部周辺のひび割れとパッチ処理の8タイプとした。それらを元に、単純集計では版長、版幅、版厚に関するひび割れの状況を、クロス集計では縦ひび割れ、横ひび割れ、斜めひび割れ（隅角部と版全体）それぞれがどんな種類の版に見られるかを分析した。

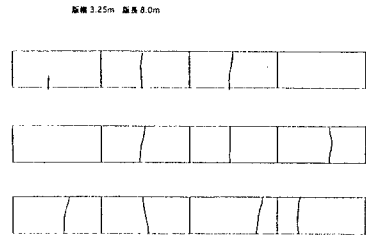


図-1 コンクリート舗装のスケッチ

表-2 版長に関するひび割れ

区間	版長(m)	版幅(m)	版厚(cm)	ひび割れの種類	ひび割れの長さ(m)	ひび割れの幅(mm)	ひび割れの深さ(mm)	ひび割れの発生率(%)
1	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
2	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
3	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
4	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
5	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
6	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
7	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
8	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
9	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
10	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
11	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
12	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
13	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
14	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
15	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
16	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
17	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
18	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
19	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
20	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7

表-3 版幅に関するひび割れ

区間	版長(m)	版幅(m)	版厚(cm)	ひび割れの種類	ひび割れの長さ(m)	ひび割れの幅(mm)	ひび割れの深さ(mm)	ひび割れの発生率(%)
1	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
2	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
3	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
4	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
5	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
6	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
7	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
8	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
9	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
10	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
11	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
12	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
13	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
14	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
15	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
16	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
17	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
18	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
19	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3
20	6.0	3.0	20	横	1.0	0.5	10	33.3

表-4 版厚に関するひび割れ

区間	版長(m)	版幅(m)	版厚(cm)	ひび割れの種類	ひび割れの長さ(m)	ひび割れの幅(mm)	ひび割れの深さ(mm)	ひび割れの発生率(%)
1	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
2	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
3	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
4	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
5	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
6	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
7	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
8	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
9	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
10	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
11	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
12	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
13	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
14	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
15	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
16	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
17	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
18	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
19	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7
20	6.0	3.0	20	縦	1.0	0.5	10	16.7

3.分析結果

(1) 単純集計

版長に関しては、表2から版長が6.0mのとき、中央部・端部の横ひび割れが6.3%と高い値を示した。中央部・わだち部の縦ひび割れは版長が短くなると破損が見られない。隅角部のひび割れも同じことがいえる。

版幅に関しては、表3から中央部での横ひび割れは、版幅が狭くなると破損確率が5倍に増加するが、端部での横ひび割れは版幅が広いほど増加する。中央部での縦ひび割れは版幅が広くなると増加し、わだち部のひび割れの破損確率は0.1%から1.1%に増加している。

版厚に関しては、表4から中央部での横ひび割れは版厚が薄くなるにつれて、増加するが中でも25cmから20cmに薄くなると破損確率が2.5%から11.0%に急増している。中央部の縦ひび割れはあまり変化がないが、わだち部では版厚が厚くなるとひび割れも増加した。

(2) クロス編みからは以下のようなことが言える。

表5の縦ひの増しでは、版厚が25cmで版幅3.75mのときに10個と縦ひの増し全体の55.5%とかなりの割合を占めている。縦ひの増しは版幅が狭く、版厚が薄いものに多く見られる。

表6の横ひの増しでは、版幅3.25mで版厚20cmと25cm合わせて42個あり、全体の55.4%と多く発生している。横ひの増しは版幅が狭く、比較的大版厚のものに発生しやすい。

表7の斜めひの増しでは、隅角部の斜めひの増しが、版幅3.75mのとき6個、さらに版厚25cmのときに5個と幅が広く版厚の薄いものに発生している。また、版の全体に及ぶ斜めひの増しは今回のデータからはほとんど見られなかった。

表5 縦ひの増し

		版 幅 (m)		
		3.25	3.75	
版 厚 (cm)	0.20	0 (0)	0 (0)	0
	0.25	1 (100)	10 (55.5)	11
版 厚 (cm)	0.28	-	0 (0)	0
	0.30	-	7 (41.2)	7
		1	17	18

()内はパーセント

表6 横ひの増し

		版 幅 (m)		
		3.25	3.75	
版 厚 (cm)	0.20	11 (26.2)	2 (5.9)	13
	0.25	31 (73.8)	22 (64.7)	53
版 厚 (cm)	0.28	-	2 (5.9)	2
	0.30	-	8 (23.5)	8
		42	34	76

()内はパーセント

表7 斜めひの増し

		版 幅 (m)		
		3.25	3.75	
版 厚 (cm)	0.20	0 (0)	0 (0)	0
	0.25	2 (100)	3 (50)	5
版 厚 (cm)	0.28	-	1 (16.7)	1
	0.30	-	2 (33.3)	2
		2	6	8

()内はパーセント

4. コンクリート舗装版内の応力

図2、図3は目地で区切られた有限な舗装版内の応力を“コンクリート舗装解析プログラム CpWin2”を使用して、版長7.5m、版幅3.25m、版厚20cmのコンクリート舗装版の4枚からなるモデルを解析したもので、 S_x は版下面縦目地方向、 S_y は版下面横目地方向の応力の大きさを立体図にあらわしたものである。コンクリートの弾性係数 $3.0 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比0.2、路盤K値 5 kg/cm^2 の数値を使用した。また、荷重は1輪で5tとした。

図2 版下面縦応力 (S_x)

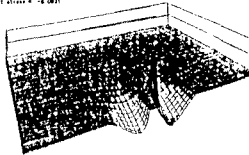


図2 版下面縦応力 (S_x)

図3 版下面横応力 (S_y)

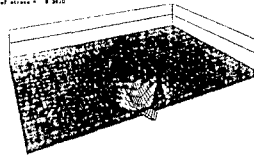


図3 版下面横応力 (S_y)

5. 解析結果

図4、図5はコンクリート舗装版内の応力について、図2、図3の舗装版モデルの版厚が20cmから25cm、30cmと増したとき、最大応力が S_x と S_y でどのように変化するかをあらわしたものである。このグラフからは、版厚が増していくとともに最大応力は減少していく。また、路盤K値が 5 kg/cm^2 と 10 kg/cm^2 を検討してみたが、この範囲では舗装版下面の応力ほとんど差は見られなかった。

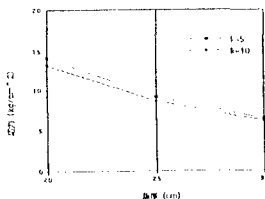


図4 版下面縦応力 (S_x)

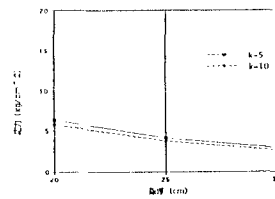


図5 版下面横応力 (S_y)

6. 考察

実際のコンクリート舗装では、路末、路盤の対耐力不足、日車機能の不完全や設置抑制以上の交通量、舗装版の剛度差など、さまざまな要因が複雑に関わってひの増しを起していると考えられる。今後、さらに破損要因の因果関係を分析していきたい。