CRC 版応力に及ぼす不同沈下による版下の空洞深さの影響の数値解析的検討

セメント協会　正会員　○泉尾　英文
広島大学名誉教授　名誉会員　佐藤　良一
ニチレキ　正会員　亀田　昭一
セメント協会　正会員　吉本　徹

1．はじめに

盛土の不同沈下を考慮した設計法を確立するために、自重、クリープ、温度差および輪荷重の各作用を順次うける CRC 版と路盤の剥離・接触を考慮した応力解析法の構築を試みてきた [1-3]。不同沈下を考慮した既往の研究 [4]では、板ばねモデルで求めた自重による弾性応力をクリープの影響を考慮して 1/2 に低減し、温度差応力を岩間式で求め自重・輪荷重応力に加算している。本報告は、上述の荷重履歴を考慮しうる FEM モデルに基づいて、版応力に及ぼす空洞深さ、版上下面の温度差の影響について検討したものである。

2．解析モデル

解析モデルは**図 1** に示すように、既報 [1-3] と同様に幅員 3.85m×走行方向 6m の CRC 版の 1/2 モデルとし、幅 0.3mm のひび割れ要素を中央に 1 か所設けた。ひび割れ要素等の各種物性値を**表 1** に示す。解析ケースは、空隙量および Con 版の温度差を要因に、**表 2** に示す水準とした。CRC 版下の空洞は、最大空洞深さを設定して**図 2** に示す円弧状（幅員方向）の空洞を走行方向に一様に生成した。作用荷重は、自重、自重に伴うクリープ、温度差および輪荷重(98kN)を段階的に作用させ、逐次、版と路盤の接触やひび割れ要素のかみ合わせ等を確認し FEM 計算を行っている。なお、クリープは Voigt モデルで考慮している。

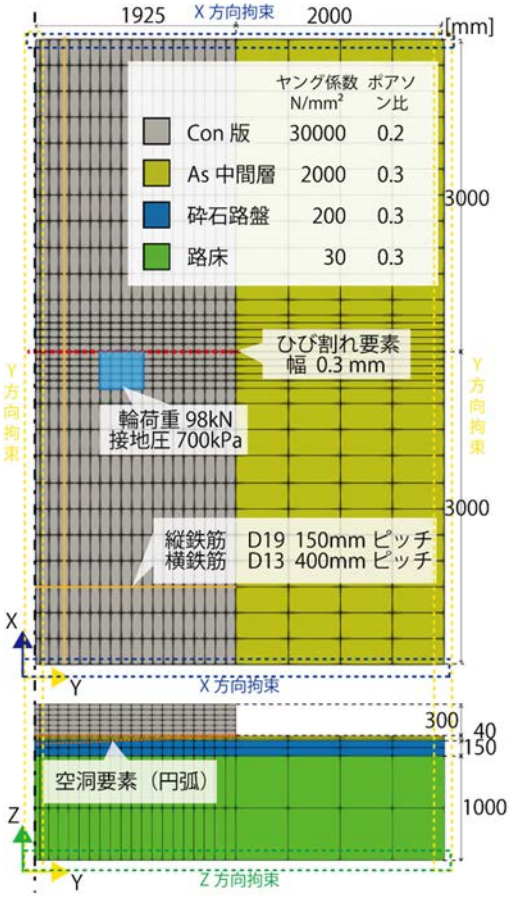

図 1　解析モデル

表 1 各種物性値

要素	物性	設定値		
ひび割れ要素	ヤング係数	接触前	1.0E-6	N/mm²
		接触後	24000	
	せん断剛性	かみ合わせ開始のせん断ひずみ	0.01	-
		かみ合わせ前	1.0E-6	N/mm²
		かみ合わせ後	10000	
空隙要素	ヤング係数	接触前	1.0E-6	N/mm²
		接触後	2000	
	せん断剛性	-	1.0E-6	N/mm²
Con 版	クリープ Voigt モデル	α	0.861	-
		β	0.03	-

表 2　要因と水準

要因	水準
最大空洞深さ	5 水準：0.10mm, 0.25 mm, 0.50 mm, 1.00 mm, 1.25mm
温度差	2 水準：15℃, 5℃　*路面側を高温

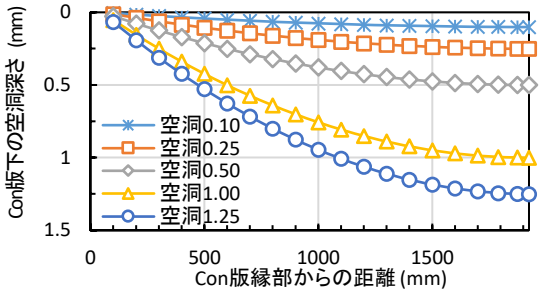

図 2　空洞（円弧）の生成状況

キーワード　連続鉄筋コンクリート舗装、空洞、自重、クリープ、温度、FEM

連絡先　〒114-0003　東京都北区豊島4－17－33　(一社) セメント協会　研究所　コンクリート研究グループ　TEL03-3914-2695

© Japan Society of Civil Engineers

3．解析結果および考察

輪荷重を作用させた位置（**図 1**）において、Con 版底要素に発生する平均応力（幅員方向）を確認した。その応力履歴を**図 3**（温度差 15℃）と**図 4**（温度差 5℃）に、各荷重作用後の応力を**図 5**（15℃）と**図 6**（5℃）に示す。空洞深さが大きいほど自重による応力(STEP100)が増加したが、温度差が作用すると空洞深さによる応力差(STEP201)は小さくなり、輪荷重を作用させると応力差(STEP301)は再び拡がった。これは、各荷重が作用した後の Con 版と路盤との接地状況による影響と推察される。自重が作用(STEP100)すると、**図 7** に示すように、空洞深さ 0.5mm 以下では自重による変形によって Con 版と路盤が接触し、一方で、空隙 1.0mm 以上では空洞が生じたままである。路盤に接触したケースでは、路盤からの支持によって応力が低減した。その後、15℃の温度差（版上面高温）が作用すると、**図 8** に示すよう、版の反りにより何れのケースにおいても再び空隙が生じ、そのため版に発生する応力は空洞深さによらず概ね同程度となった。温度差 5℃では反りの変形量が小さいため、自重によって接していた Con 版と路盤が再び剥離することはなく、応力差は生じたままであった。その後、輪荷重が作用すると何れのケースにおいても版と路盤が接地するが、その際の応力は輪荷重作用前の空洞深さ（**図 8**）に影響を受け、空洞深さが大きく温度差が大きいほど Con 版に発生する応力は大きくなった。

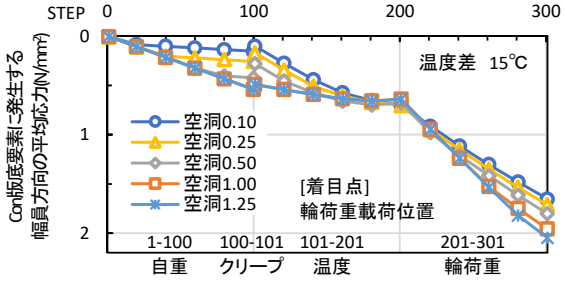

図 3 版底要素に発生する応力履歴（温度差 15℃）

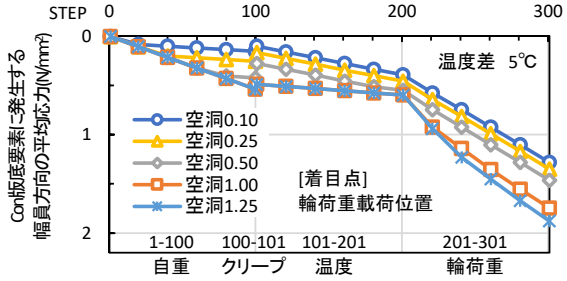

図 4 版底要素に発生する応力履歴（温度差 5℃）

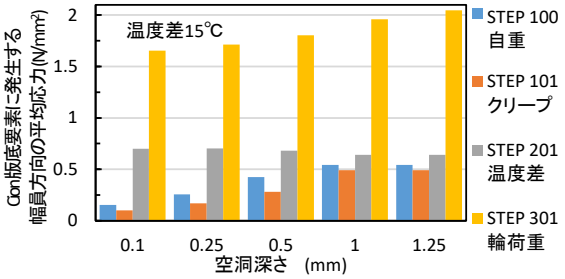

図 5 各荷重作用後の応力（温度差 15℃）

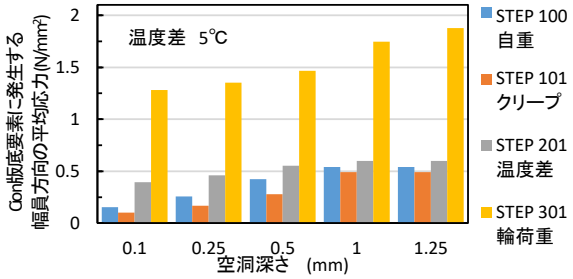

図 6 各荷重作用後の応力（温度差 5℃）

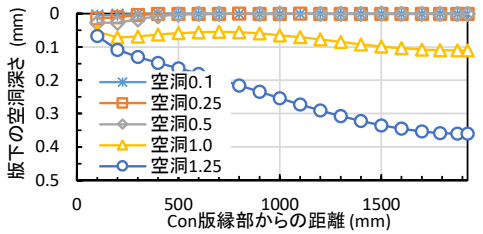

図 7 自重・クリープ作用後の空洞の状況

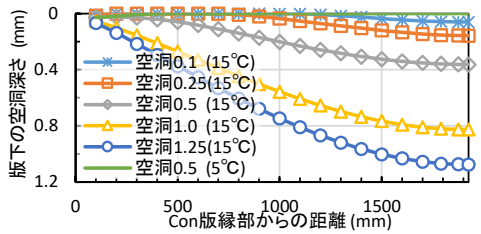

図 8 温度差作用後の空洞の状況

4．まとめ

不同沈下を考慮した CRC 版の応力解析を行い、各作用荷重により変形する版と路盤との接触状態によって、版に発生する応力は大きく影響されることを確認した。今後、本モデルによる疲労計算へと検討を進めていきたい。

あとがき　本検討は、セメント協会の「コンクリート舗装の長寿命化・信頼性向上技術検討会」における活動の一環である。検討の一部は、JSPS 科研費基盤研究(C)（一般）（代表佐藤良一、課題番号 18K04301）に基づいて実施した。関係各位に謝意を表する。

参考文献

1) 佐藤良一ほか：不同沈下を考慮した CRCP 版のたわみ、応力解析について、第 32 回日本道路会議、2017
2) 佐藤良一ほか：不同沈下を考慮した CRC 版の応力に及ぼすクリープの影響について、土木学会全国大会第 73 回年次学術講演会、V-689、2018
3) 亀田昭一ほか：不同沈下を考慮した CRC 版の自重、温度差、輪荷重による応力履歴解析について、土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会、V-35、2019
4) 八谷好高ほか：空港コンクリート舗装の不同沈下管理に関する考察、港湾技術研究所報告 Vol.30, No.1、1991

© Japan Society of Civil Engineers