

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

ニチレキ 正会員 ○亀田 昭一

広島大学名誉教授 名誉会員 佐藤 良一

広島大学 正会員 小川由布子

セメント協会 正会員 吉本 徹

トータル・インフォメーション・サービス 正会員 宮坂 洋介

1. 目的

盛土上の連続鉄筋コンクリート舗装(CRCP)を想定し、自重作用後に版上下面の温度差、さらに輪荷重作用を受ける版応力の履歴解析を試みた。この一連の解析では版とアスファルト中間層の接地・剥離に関わる変形適合条件を満たすとともに、自重応力に及ぼすクリープの影響を Voigt モデルに基づき検討した。

2. 解析モデル

3要素 Voigt モデルによるクリープひずみ増分は式(1)で表され、これによる見かけの増分節点力ベクトル $\{\Delta F_{cr,i}\}$ はひずみ-変位マトリクス $[B]$ 、応力-ひずみマトリクス $[D_i]$ を用いて、式(2)で表される。

$$\{\Delta \varepsilon_{cr,i}\} = \varepsilon_e \left(\sum_{j=1}^i \Delta \alpha_j \right) (1 - e^{-\beta t}) \quad (1) \quad \{\Delta F_{cr,i}\} = \int_V [B]^T [D_i] \{\Delta \varepsilon_{cr,i}\} dV \quad (2)$$

ここで、 $\Delta \alpha_j$ は j 番目の分割におけるクリープ係数の最終値の増分 ($\Delta \alpha = \alpha/n$, n : 分割総数)。

全体系の平衡方程式は、増分節点力ベクトル $\{\Delta F_i\}$ 、剛性マトリクス $[K]$ 、変位増分ベクトル $\{\Delta \delta_i\}$ を用いて式(3)で表される。

$$\{\Delta F_i\} = [K_i] \{\Delta \delta_i\} - \{\Delta F_{cr,i}\} \quad (3)$$

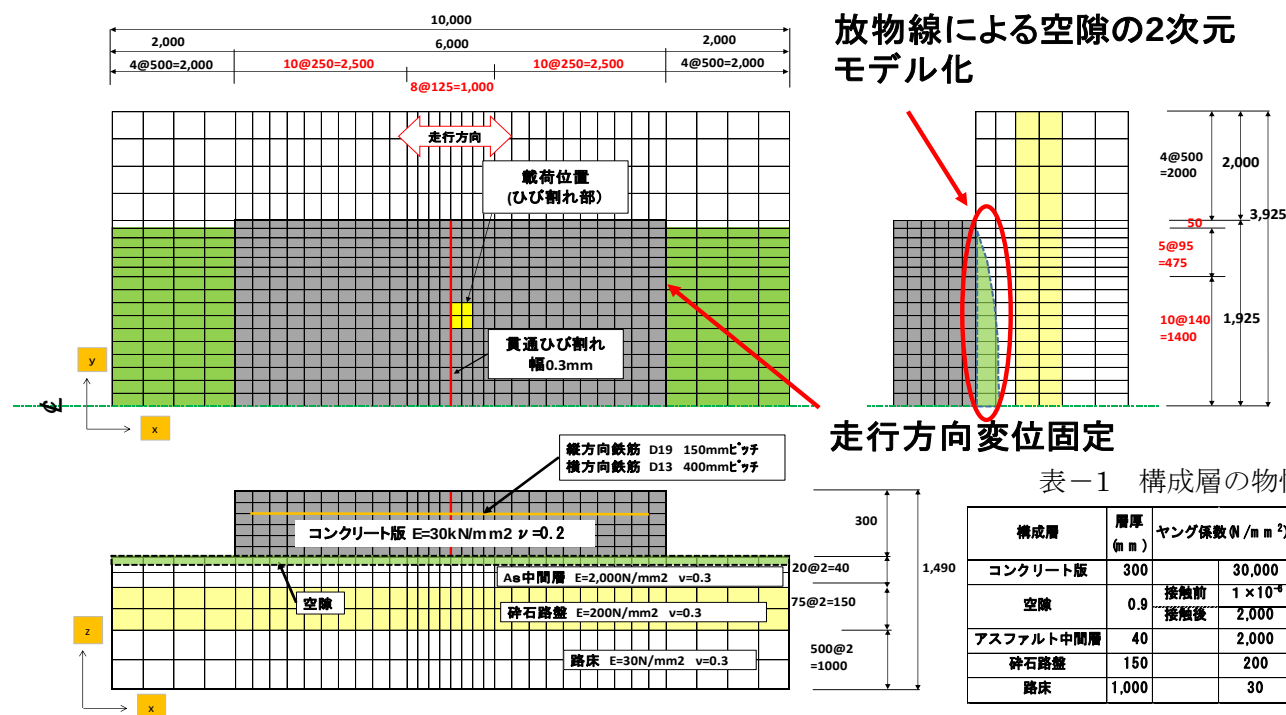


図-1 メッシュ図

キーワード 不同沈下, 連続鉄筋コンクリート舗装, 自重, クリープ, Voigt モデル

連絡先 〒102-8222 東京都千代田区九段北 4-3-29 ニチレキ(株) TEL 03-3265-1513

解析には3D-FEMを用いた。図-1に版厚300mmとした場合の要素を示す。隙間(空隙)は版下面直下に生じ、横断方向に放物線分布、走行方向に様とし、最大空隙深さを0.5mmとした。ひび割れ間隔はひび割れの両側とも6mmとした。ひび割れ付近の要素寸法は平面で125×140mm、中間層、路盤、路床はそれぞれの厚みを2分割した。クリープ係数の終局値は1.0とした。

3. 材料の物性値

表-1に各層の物性値を示す。コンクリートのクリープ係数の終局値は2007年版コンクリート標準示方書に従って求めた。

4. 版とアスファルト中間層の接触・剥離条件

空隙は版とアスファルト中間層で生じるとし、 $(\delta - \delta')/\delta \geq 1$ のとき接触とし(δ 、 δ' : 載荷前後の空隙深さ)、接触後の空隙のヤング係数は中間層と同じとした。これによりコンクリート版と中間層のたわみが同一になり変形の適合条件が満たされることになる。 $(\delta - \delta')/\delta \leq 1$ のとき剥離とした¹⁾。

5. せん断伝達モデル

横ひび割れ部のせん断伝達の開始はひび割れ要素のせん断ひずみ γ_z に依存すると考えられる。ここでは $\gamma_z = \Delta\delta/W = -0.17$ と仮定した(図-2参照)。この場合、 $W=0.3\text{mm}$ とすれば段差は0.051mmとなる。ひび割れ要素のせん断剛性は $G_{xz} = 0.3E_c$ として求めた。これは、ひび割れが再結合した時のひび割れ面垂直方向のコンクリートのヤング係数を $0.8E_c$ とした場合で、 $E_c/\{2(1+\nu)\}$ に準じて定めたものである。

6. 結果

図-3は解析の一例である。

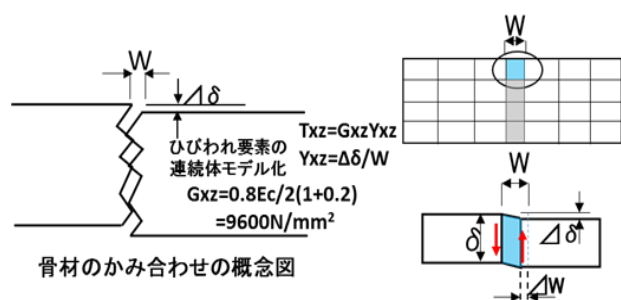


図-2 横ひび割れ部せん断伝達モデル

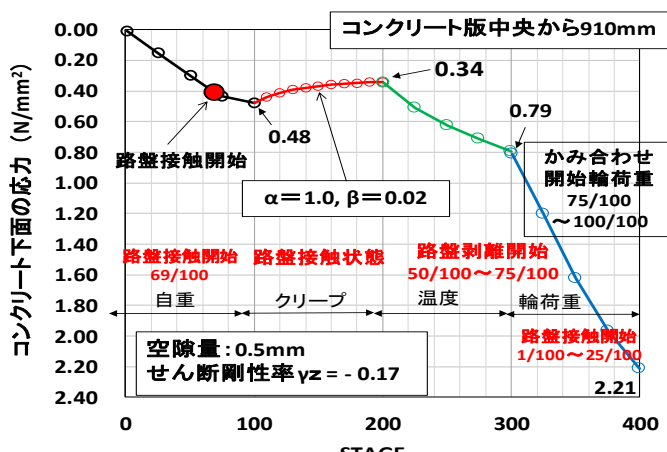


図-3 解析の一例

図-3は自重—路盤接触—全自重—クリープによる応力緩和—版上下面温度差(10℃)—輪荷重(49kN)の各作用のステージにおける版下面の最大走行位置の横断方向応力を示したものである。版厚300mm、幅員3.85m、最大空隙深さが0.5mmの条件下では全自重70%程度で接地した。定性的には矛盾のない結果が得られていると思われるが、種々の条件下の解析や実測値との比較を通じて妥当を検証する必要がある。

7. まとめ

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の解析を行った。結果は定性的に矛盾のないものと考えられたが、定量評価に耐えうるか検討する必要がある。また①全自重作用後クリープで接地する、③クリープで接地せず輪荷重で接地する、場合について解析を進めたい。

あとがき

本研究は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ものである。解析にはエアポートメンテナンス(株)吉田守氏の絶大な協力を得た。紙面を借りて謝意を表す。

参考文献

- 1) 佐藤、亀田、山崎、宮坂：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、土木学会第37回年次学術講演会概要集、V-689、pp. 1377~1378、平成30年8月