

2024/8/29-30@九州工業大学 → 台風のためWEB開催
令和6年度 第29回舗装工学講演会

寸法の大きな矩形荷重に対する 多層弾性解析手法

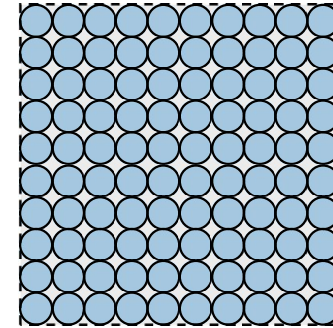
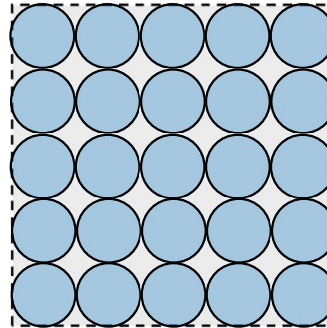
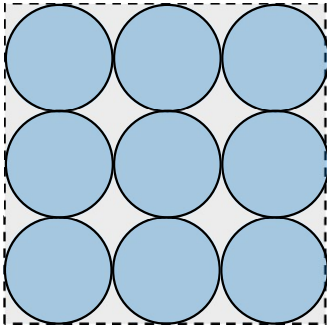
国土交通省国土技術政策総合研究所
○坪川将丈, 河村直哉, 荒井淳希

円形荷重を前提とした多層弾性解析プログラムGAMESで
寸法の大きな矩形荷重を対象とした解析を行いたい場合
円形荷重をどのように敷き詰めればよいか？

背景・目的

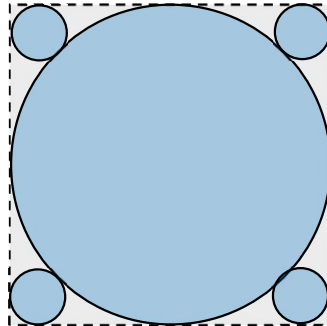
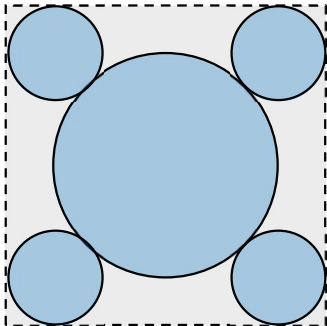
- 港湾舗装の設計では、港湾荷役機械のアウトリガー・クローラクレーンのような長辺と短辺が長い矩形荷重に対する舗装構造解析が必要となる場合がある.
- 3次元FEMは矩形荷重が考慮できるが、港湾施設の設計者にとってはなじみが薄い.
- 多層弾性解析(GAMES)は非常に簡便であるが、円形荷重にのみ対応.

どの程度の小さい円形荷重を敷き詰めればよい??

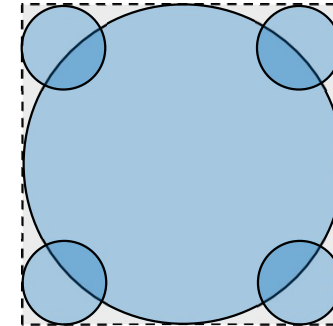


アスファルト舗装は
寸法の小さな荷重がよいという結論

それとも、中央に大きな円形荷重を配置した方がよい??

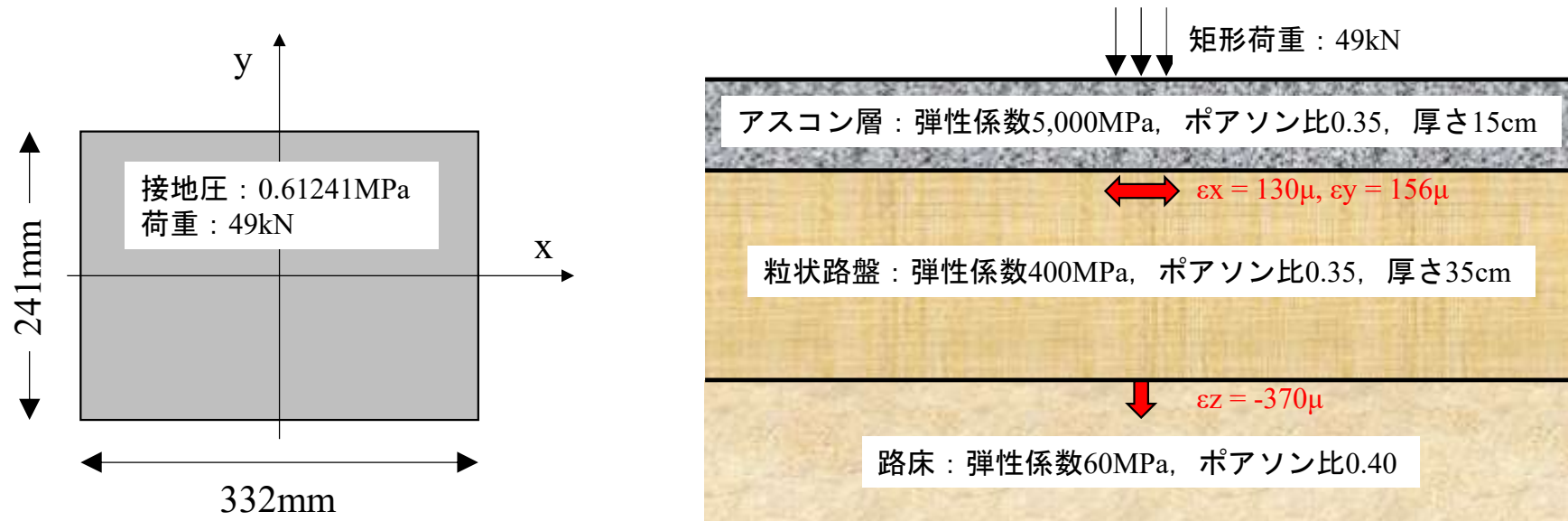


コンクリート舗装は
これがよいという結論



予備解析－小さな矩形荷重

- 矩形荷重による既往論文の解析結果(アスファルト舗装)と一致するか検証.
- 既往論文と同じ241mm×332mmの小さな矩形荷重で, 次頁のA法・B法で実施.

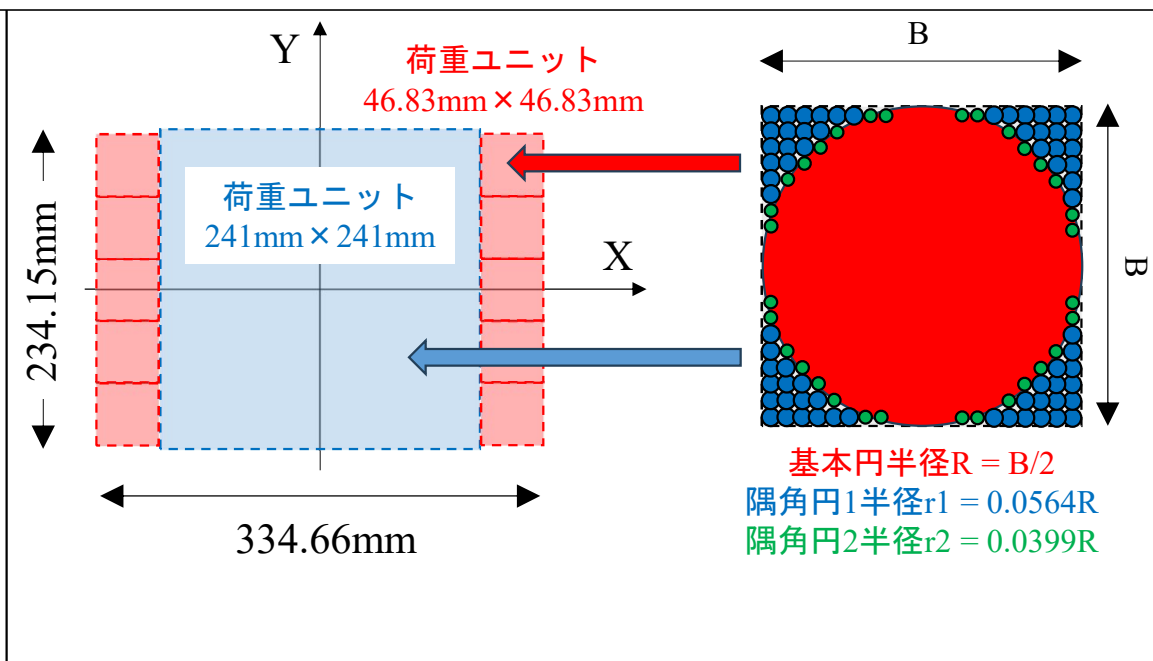


小澤良明, 松井邦人: 矩形領域に等分布荷重が作用する舗装構造の理論解, 土木学会論文集E, Vol.64, No.3, 2008.

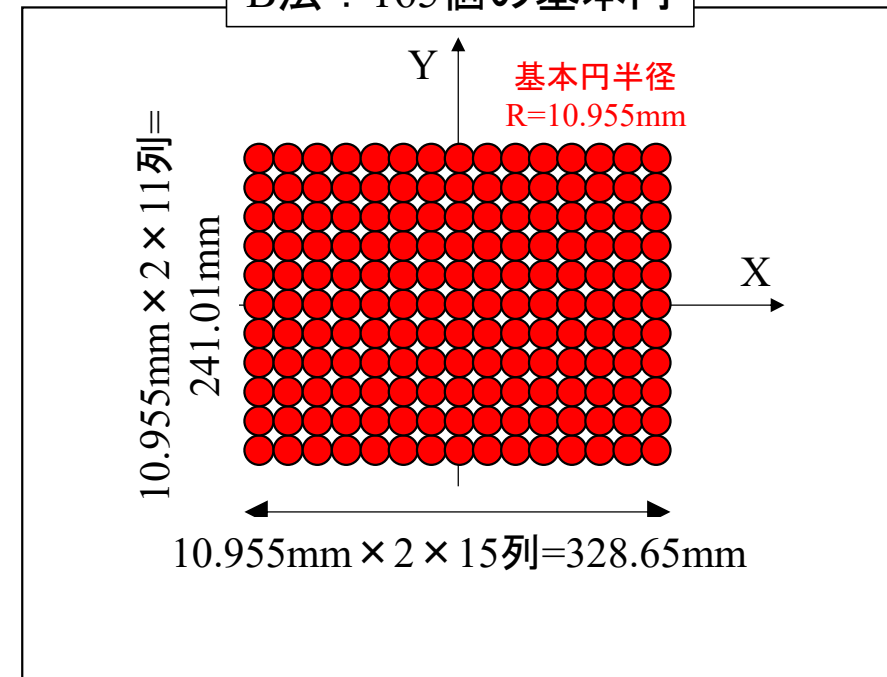
予備解析－小さな矩形荷重

- A法：3種類の円形荷重で隙間を埋める方法（面倒だが実質の真値として採用）.
- B法：1種類の円形荷重を敷き詰める方法.
隙間があるため，荷重合計が等しくなるよう接地圧を調整している.
- どちらの方法でも解析結果は既往論文とほぼ一致した.

A法：（1個の基本円と100個の隅角円）×荷重ユニット11

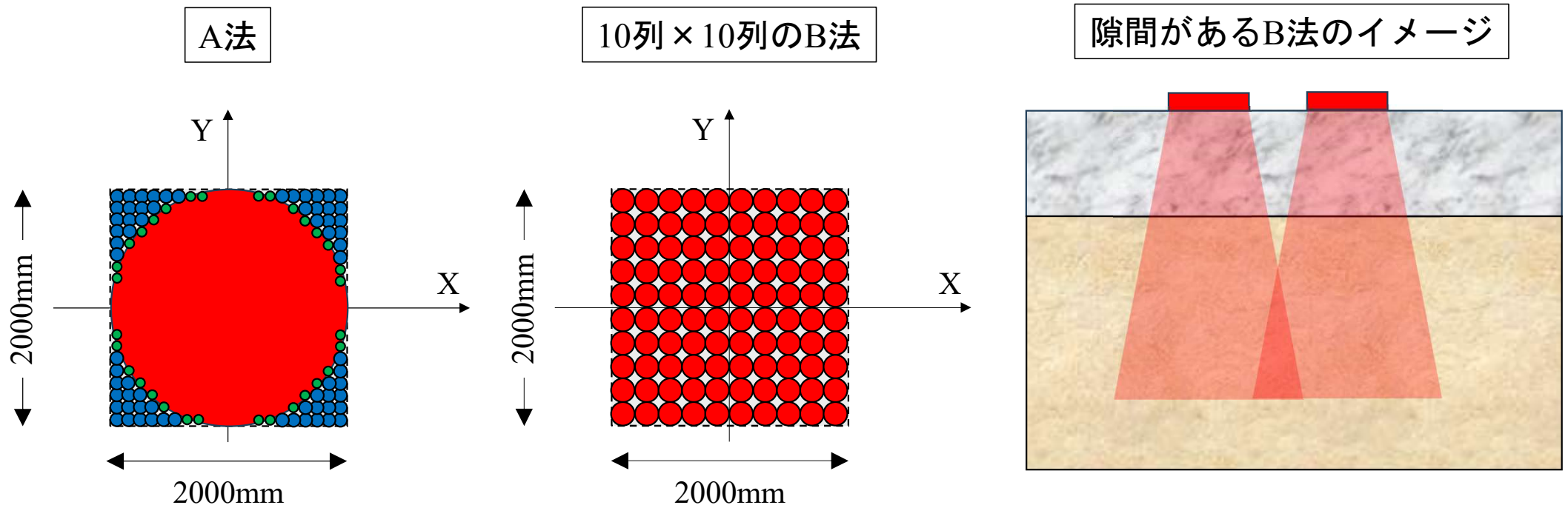


B法：165個の基本円



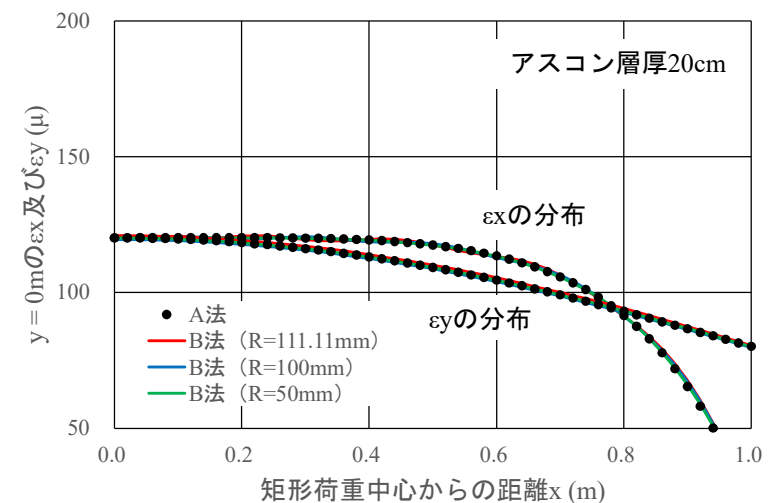
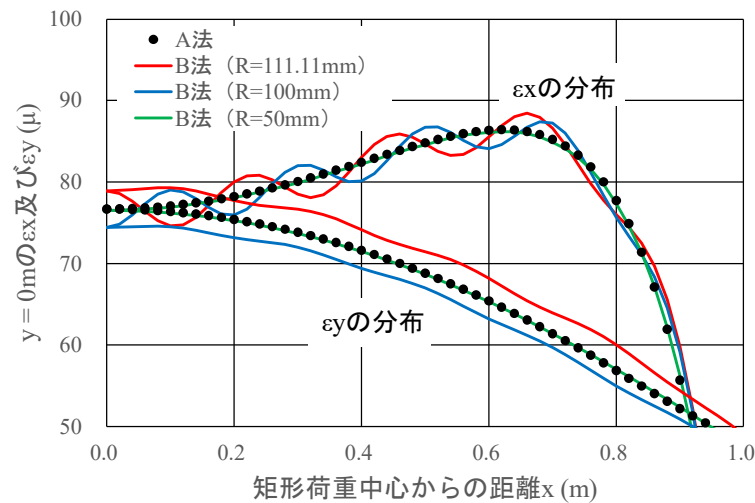
予備解析－大きな矩形荷重

- 矩形荷重の寸法を10倍＝2.41m×3.32mにすると，B法はA法と一致しなかった.
- 特に浅い位置のひずみが一致しない(舗装の曲げ剛性・荷重分散性・層間付着が影響しているはず).
- 深堀するため，シンプルに2m×2mの正方形荷重を対象として分析することとした.



アスファルト舗装の解析手法

- 20×20 列 ($R = 50\text{mm}$) のB法はA法●と一致する。一方, 10×10 列 ($R = 100\text{mm}$) のB法・ 9×9 列 ($R = 111.11\text{mm}$) のB法はA法と一致せず, 隙間の影響で変動する。
- アスコン層が厚いと荷重寸法によらず一致する。
→ 剛比半径が長い(広く荷重分散される)と, 隙間の影響が小さくなると推測。
- As舗装 = 予備解析で隙間の影響(ひずみ変動)がない半径を選択したB法がよい。
- Co舗装 = B法に課題あり(寸法を小さく／大きくするほど収束する傾向がない)
→ 予備解析で【隙間の影響がない半径】を見出すのが難しい。
→ Co版下の付着無し設定が原因と判明 → 次頁のC法・D法で更に検証。



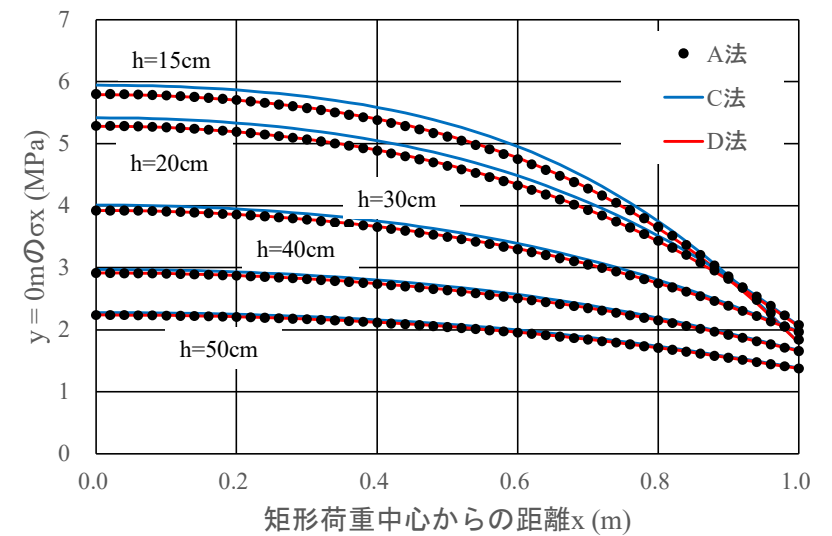
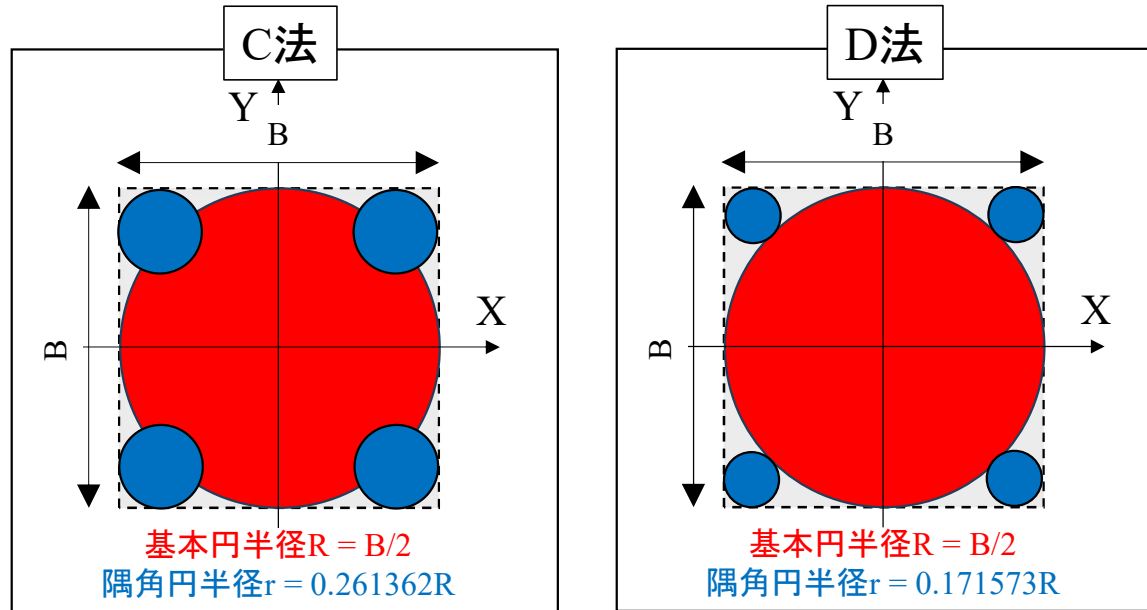
アスコン層厚15cm

アスコン層厚20cm

コンクリート舗装の解析手法

応力が大きくなる荷重中心近傍に隙間を配置したくないため、
ユニット中央部に**大きな基本円1つ**を配置した上で

- C法 ユニット隅角部に、隅角の隙間と同面積の隅角円4つ（接地圧調整なし）
→Co版が薄い場合にやや一致しない。
- D法 ユニット隅角部に、ユニット縁と基本円に接する隅角円4つ（接地圧調整あり）
→Co舗装の応力を精度良く解析可能



結論

- アスファルト舗装

B法で円形荷重の半径が小さいほど解析精度が高い。

隙間の影響は浅い位置の応答のみに影響し、深い位置の応答には影響しない。

- コンクリート舗装

基本円1個と隅角円4個を用いたD法が解析精度が高い。

- コンクリート舗装における目地の影響は??

→ **寸法の大きな**矩形荷重の場合、目地は考慮しなくてよいことを3DFEMで確認済。

→この内容を含め、土木学会論文集特集号に投稿予定。

要因1: 応力は荷重中心で最大だが、荷重が目地に接する配置の場合は荷重中心は目地から遠く離れている。

要因2: 荷重が目地上だと、荷重の一部・半分为隣接版(荷重中心がない版)に載るが、目地における曲げモーメントの伝達が小さいことが理由で、隣接版上の荷重が、荷重中心の応答に及ぼす影響は低減される。