

車輛通行によりプレキャスト L 型擁壁たて壁に作用する水平応力の評価

世紀東急工業(株) 正会員 ○小友 行峰
 東京都市大学 正会員 丸山 収

1. はじめに

プレキャスト L 型擁壁については、現場打ち擁壁と比べて、施工期間の短縮、工場生産での安定した品質、設計の効率化、積雪寒冷地でも通年施工が可能なことによる工事の平準化、現場における施工管理の軽減、工事書類の削減、コスト縮減等を図ることができる¹⁾。一方で、道路に使用するプレキャスト L 型擁壁に作用する載荷重は、現場打ち擁壁や宅地で使用される擁壁とは異なる考え方が必要と思われる。一つ目は、製品延長が 2m 以下で、製品どうしが剛接で無いことが挙げられる。二つ目は、裏込め土の水平土圧が擁壁天端からの深さに従って増加するのに対し、輪荷重による水平土圧は擁壁天端からの深さが浅いほど大きいことである。三つ目は、車両の輪荷重はプレキャスト L 型擁壁に静的に作用するのではなく、載荷、除荷が不規則に繰り返されることである。

そこで、輪荷重の影響を受け易い、歩道が無い国道等に設置されたプレキャスト L 型擁壁を対象に、通行車輛の影響でたて壁にどのような水平応力が生じるのか実験で検証し、たて壁に作用する水平応力、断面力を計算式で表現する試みを行った。

2. 既往の研究

舗装の疲労蓄積については、路面がアスファルト混合物で覆われているとしても、舗装表面に繰り返し載荷を行ったところ、鉛直方向においてアスファルト混合物層及び路盤層の弾性係数の低下、舗装の荷重分散機能が失われていく傾向が報告されている²⁾。そのほか、自重以外作用していない埋め戻し土に、集中荷重が静的載荷された場合、壁面に作用する水平応力分布については、Boussinesq の式で計算された値の 2 倍であることが示されている³⁾。

3. 実験概要

繰り返し載荷試験に使用した低温水浸式ホイールトラ

ッキング試験機の全景を写真-1 に示す。本実験では輪荷重が横方向に配置した圧力計の前を通過しきれるよう走行距離を 350mm にした。軽量形鋼等で幅 50 cm、奥行き 25 cm、深さ 20 cm の容器を作成し、容器壁面に写真-2 の小型圧力計を 9 個配置し、スポンジゴムを表面に被せて養生した。埋め戻し材は粒調碎石を 5.6 mm ふるい等でふるったものを使用し、厚さ 5 cm 未満ごとに写真-3 のようにタンパ転圧を行った。転圧後路盤材を入れた容器の中央位置と試験輪走行幅の中央位置が合うように、かつ、圧力計受圧面から試験輪中央までの最短距離が 4 cm になるように容器を固定した。繰り返し載荷時の応力分布を測定する深さは、15, 20, 30, 40, 45, 60, 75, 80, 95, 120, 150, 180 mm とした。載荷重は繰り返し載荷のとき 883 kN, 1079 kN, 1275 kN, 1472 kN とした。



写真-1 低温水浸式ホイールトラッキング試験機



写真-2 小型圧力計



写真-3 タンパ転圧

4. 繰り返し載荷実験結果

実験で得られた結果は以下の通りである。

- 1) 壁面に作用する残留応力は、輪荷重の大きさ及び載荷点からの距離によって大きさが決まり、ある応力値に達するとそれ以後は載荷し続けても減少に転じる。残留応力のピーク値を越えてからの減少率

キーワード プレキャスト L 型擁壁、繰り返し荷重、疲労、経年劣化

連絡先 〒105-8509 東京都港区芝公園 2-9-3 世紀東急工業(株) 工務部 小友行峰 TEL 03-3434-3254

はピーク値の応力が大きいほど大きい傾向がある。図-1 にそれぞれの深さにおける水平応力を示す。

- 2) 応力の振幅は残留応力がピーク値を迎えた後、載荷し続けても減少に転じる。また、残留応力がピーク値を超えた後は、再載荷しても元の応力の振幅には戻らない。
- 3) 擁壁背面に作用する輪荷重による水平応力は、載荷点の真正面をピークとして山なりであり、一様ではない。そのため、車輛が走行するたびに応力の振幅を受けている。
- 4) 繰り返し載荷による残留応力は載荷を行わないで放置していると、時間とともに減少し、零近くまで低下する。タンパ転圧による水平応力は時間の経過とともに漸減する傾向にある。

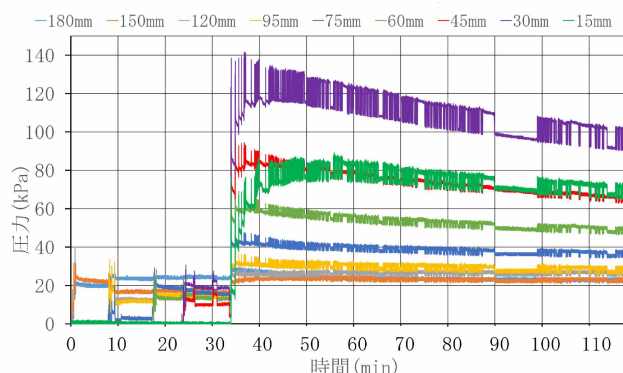


図-1 繰り返し載荷による垂直方向の水平応力
(輪荷重 1472N, 距離 40mm, 800 回載荷)

5. Boussinesq 式による水平応力の近似

L 型擁壁のたて壁に作用する残留応力の値及び残留応力に応力の振幅分を合算した値は、Boussinesq 式に係数 α をかけて近似式で表すことにした。Boussinesq 式による水平応力を式(1)⁴⁾に示す。

$$\sigma_x = \frac{3P}{2\pi} \left[\frac{z}{R^5} + \frac{1-2\nu}{3} \left\{ \frac{R^2 - Rz - z^2}{R^3(R+z)} - \frac{(2R+z)x^2}{R^3(R+z)^2} \right\} \right] \quad \dots \dots (1)$$

ここで、

σ_x : 壁面に作用する水平応力(kN/m²) P : 輪荷重(kN)
 ν : 路盤材のポアソン比 $\nu=0.35$ x : 壁面からの距離(m)
 y : x の起点から壁面に沿った距離(m)
 z : 地表からの深さ(m) $R^2 = x^2 + y^2 + z^2$

応力測定値と Boussinesq の式の値を比較した結果は以下の通りであった。

- 1) 残留応力の最大値は、垂直方向の Boussinesq 式の値を約 0.86 倍して近似でき、断面力は数値積分を駆使して近似できると思われる。
- 2) 残留応力の最大値に応力の振幅分を合算した値は、Boussinesq 式の値を 1.12 倍して近似でき、断面力は数値積分を駆使して近似できると思われる。
- 3) 交通量が少ない道路での輪荷重による断面力は、Boussinesq 式の値をそのまま利用し、数値積分を駆使して近似できると思われる。図-2 に同じ深さにおける水平応力分布を示す。

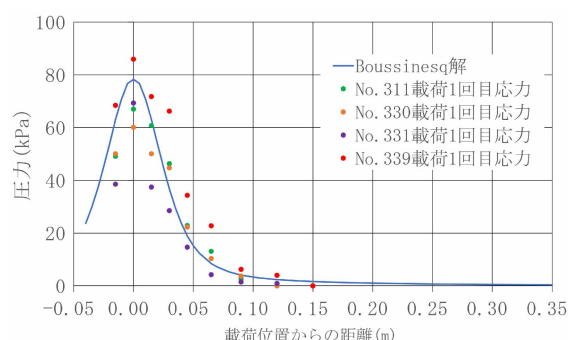


図-2 1 回載荷した時の水平応力分布
(輪荷重 1275N, 距離 40mm, 深さ 30mm)

6. まとめ

本研究では、路盤材に転圧を加えた後、路盤面に直に載荷を行い疲労実験を実施した。水平応力の測定値にばらつきがあるものの Boussinesq 式の値に係数 α を掛けて水平応力を想定し、数値積分(台形法)にてたて壁に作用する断面力を求めることができた。

参考文献

- 1) 北陸地方整備局 企画部 技術管理課：北陸地方のプレキャストコンクリート製品活用事例，2016.
- 2) 渡邊一弘，堀内智司，久保和幸：繰返し載荷試験装置を用いた舗装の長期の疲労蓄積に関する一考察，土木学会論文集E1(舗装工学)，Vol70,No.3(舗装工学論文集第19巻)，I_151- I_158. 2014.
- 3) Spangler,M.Gand Mickle,J. L.(1956)： Lateral Pressures on Retaining Walls Due to Backfill Surface Loads, Highway Research Board Bulletin ,141,pp,1-15,
- 4) Kim,J.S. and Barker,R.M.(2002)： Effect of Live Load Surcharge on Retaining Wall and Abutments, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE ,128(10) , pp,803-813