

Ⅲ-B 351 弾性波速度試験による P L・P S 補強土実物大模型の弾性係数の検討

東京大学大学院	学	○杉村佳寿・石原雅規
東京大学工学部	正	内村太郎・龍岡文夫
鉄道総合技術研究所	正	館山 勝・木村英樹

はじめに： プレロード・プレストレスト (P L・P S) 補強土工法の研究の一環として、東京大学生産技術研究所千葉実験所に P L・P S 補強盛土の実物大模型 (詳細は文献 1) を構築した。この盛土にプレロード載荷を加えた時の弾性係数の変化を調べるため、弾性波速度試験を行った。

試験方法： 試験盛土内には盛土上部と盛土底部に、振動を発生させるための金属板 (90cm×60cm×厚さ 3.6mm) 2 枚と、ジオフォンを盛土内に挿入するための塩ビ管 4 本が埋められている (図 1)。横波を発生させるためには図 1 中の S 1 か S 2 を、縦波を発生させるときは P 1 をハンマーで叩く。4 本の塩ビ管にそれぞれ鉛直方向用と水平方向用の 2 つのジオフォンを挿入し、縦波と横波を計測できるようにした。ジオフォンの名前は水平方向を H、鉛直方向を V とし、下から順に 1, 2, 3, 4 とした。8 つのジオフォンの位置関係は図 1 のようになる。3.5kg のハンマーで S 1、S 2、P 1 の順に叩き、これを一回の計測とし、盛土にかかる荷重のレベルを変えながら ①～⑪ の計 11 回の計測を行った。図 2 に荷重沈下曲線の概略と試験を行った箇所を示す。

解析方法： 地盤内を伝わる弾性波の速度はヤング率やポアソン比などによって決まり、縦波 (V_p)、横波 (V_s) の速度はそれぞれ次式で表される。

$$V_p = \sqrt{\frac{E}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}}, \quad V_s = \sqrt{\frac{E}{2(1+\nu)\rho}} \quad E: \text{ヤング率}, \rho: \text{密度}, \nu: \text{ポアソン比}$$

2 式より ν を消去して

$$E = \rho \frac{3V_p^2 - 4V_s^2}{V_p^2 - V_s^2} V_s^2 \quad (*)$$

したがって、弾性波速度試験で得られた V_p 、 V_s からヤング率が求められる。なお、原位置での砂置換法による密度試験の結果、この試験盛土の $w = 3\%$ での湿潤密度は 2.2g/cm^3 、乾燥密度は 2.1g/cm^3 である。

試験結果および考察： 図 3 に計測された波形の一例を示す。矢印のところでジオフォンに波が到達しており、波形から 2 つのジオフォンに波が到達する時間差を読みとることができる。またジオフォン間の距離は図 1 に示す通りであるので、読みとった時間差と距離の関係をプロットすれば、その傾きから速度が得られる。時間差と距離の関係の一例を図 4 に、得られた各荷重レベルでの V_p 、 V_s の値を図 5 に示す。このようにして得られた V_p 、 V_s の値を式 (*) に代入することにより、ヤング率を求めた。荷重とヤング率の関係を図 6 に示す。荷重レベルが上がるにつれてヤング率も高くなっており、⑦と⑧を比較して分かるように、同じ荷重でもクリープ後にはさらに高くなる。荷重レベルが下がるとヤング率も下がるが (⑨～⑪)、①と⑪、③と⑩、⑤と⑨を比較したら分かるように、高いプレロードをかけた後では、同じ荷重でもヤング率は高くなる。本試験で得られたヤング率の値は、室内試験での値 (最大でも 10000kgf/cm^2) よりも大きい。本試験でヤング率を過大評価しているとするならば、その原因として、本来なら横波にしか反応しないはずの水平方向用の

キーワード：補強土、プレロード、弾性波速度試験、ヤング率

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学工学部社会基盤工学科 03-3812-2111 (内線 6122)

ジオフォンが横波より早く伝わる縦波に反応しているため、 V_s が大きくなっていることが考えられる。

まとめ： 荷重レベルが高い程ヤング率は高くなり、クリープ後ではさらに高くなる。また、一度高いプレロードをかけた後では、除荷してもある程度高いヤング率を維持することが分かった。また、弾性波速度試験から得られるヤング率の値は室内試験での値よりも大きなものとなった。

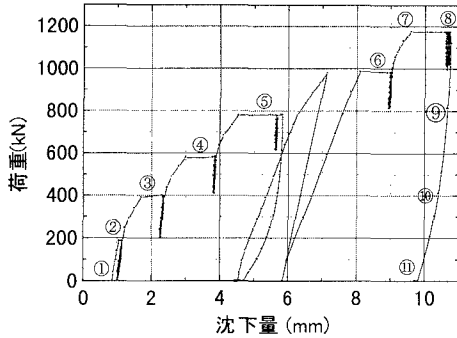


図2 荷重沈下曲線

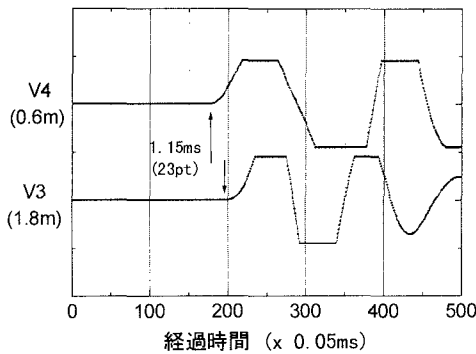


図3 波形の例

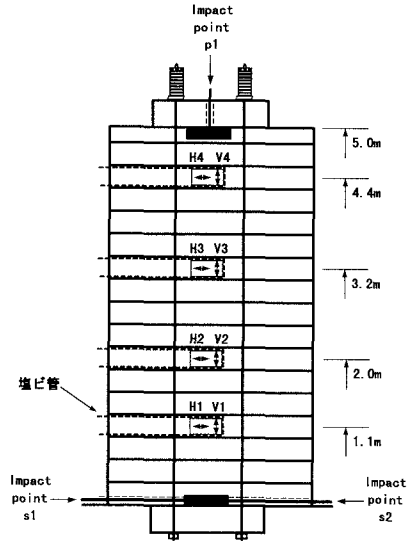


図1 試験盛土

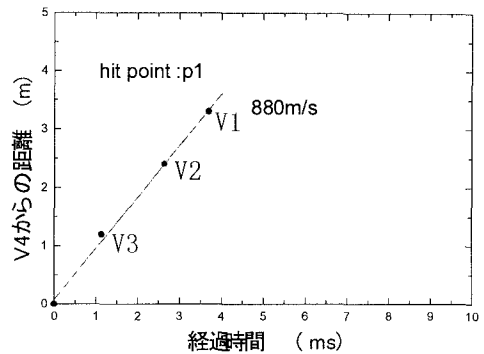


図4 速度の求め方

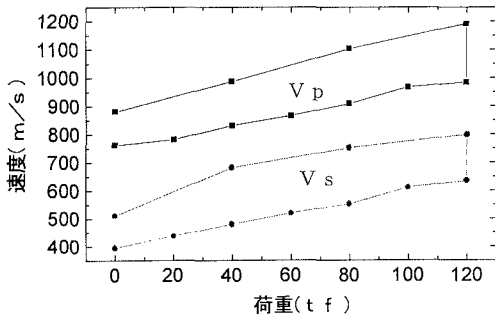


図5 荷重と速度の関係

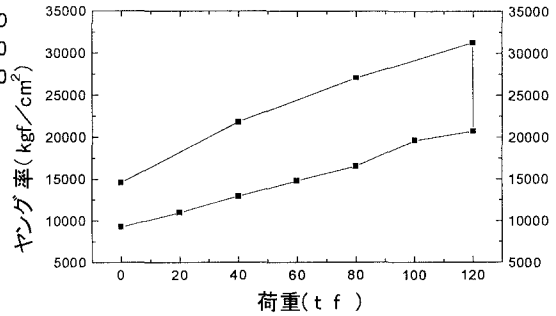


図6 荷重とヤング率の関係

参考文献) 1. 内村・龍岡・杉村・石原・館山・木村：プレローディッド・プレストレスト（PL・PS）補強土実物大模型のクリープ・繰返し載荷実験、第53回年次学術講演会1998