

交通荷重をうける砂質地盤の応力分布について

山口大学工学部 正 員 ○兵動 正幸
 " " 村田 秀一
 西日本工業大学 " 安原 一哉

1. まえがき

N値の低い飽和砂質地盤上に道路用低盛土が築造されることが計画された。基礎地盤がゆるい飽和砂質地盤であることと盛土高さが低いことから、重車両の走行に伴う振動荷重が盛土材を介して地盤中に伝播し、基礎地盤が破壊することや有害な沈下が生じることが懸念された。このような動的荷重による地盤の挙動を評価するためには、地盤内の応力分布を的確に求める必要がある。そこで、この現場において道路盛土及び基礎地盤中に土圧計を埋設し、トラック走行試験を実施して地盤中の応力測定を行い、いくつかの条件で応力分布を調べた。さらに、土圧計測結果に基づき走行車両による外力を三角形のパルス荷重とみなして動的応答解析を行い、地盤内の応力状態を算定した。その結果、実測、解析ともに車両静止時の静的外力とは異なったユニークな応力分布を得たのでここに報告するものである。

2. 現地走行試験

走行試験を行った現地の地盤および盛土の断面を図-1に示す。現地盤は河川堆積による砂質土が主体であり、地下水位が高く地表面まで飽和状態にある。地表面より深さ3mまでが砂層であり、その下に3m厚さのシルト質砂層が堆積している。砂層およびシルト質砂層のN値は0に近い部分もあり極めて低い。また、盛土材はまき土である。このような道路盛土の未舗装の段階で想定される交通車両による走行試験を行って、盛土および地盤内の応力の計測を行った。図-2のように盛土および基礎地盤中に合計9個の土圧計を埋設し、10tfダンプトラックを積載状態で走行させた。トラックは、前、中、後輪を有し図の矢印の方向に進行する。トラックの輪荷重を軸重計で測定したところ、総重量 28,400kgf、前輪 2,825kgf、中輪 5,250kgf、後輪 5,125kgfであった。土中応力の測定は、静止時、走行時 $V=10, 20, 30, 35\text{km/hr}$ のそれぞれについて行った。また、測定位置については車輪直下 (Case 1)、左右両輪中間部 (Case 2) とした。測定された土圧波形の一例を図-3に示す。土圧波形は、図のように2つの山を持つ形状となる。最初の山は前輪の通過によるもので、後の山は中、後輪の通過によるものと思われる。中輪、後輪についても各々ピークを示す場合も見られるが、おおむね右図のような三角形のパルス荷重として近似出来ると判断される。土圧波形の継続時間 ΔT は車両の走行速度により異なり、図-4のような対応が認められた。図-5に、各土圧計による土圧の計測結果を示している。図中に、走行速度 10 ~ 35km/h における車両走行時における土圧と車両静止時における土圧をプロットしており、図の左から前列、中列、後列の土圧計の計測結果を表わす。ただし、車両走行時の土圧はそれぞれのピーク値を、静止時の土圧は車両が図-2のような位置で停止した時の読みをとったものである。また比較のため

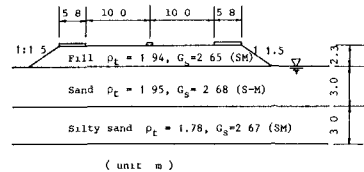


図-1 道路盛土と地盤の断面

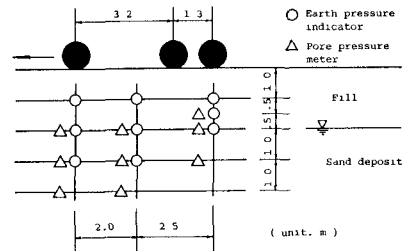


図-2 計測器の配置

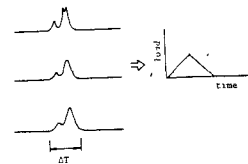


図-3 土圧波形

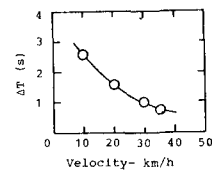


図-4 車両速度と ΔT の関係

に、車両静止状態における Boussinesq の式による値も示した。図より、車両走行時の土圧は静止時のそれに比べてかなり大きく現われ、約3～4倍の大きさになっている。また、車両の走行速度に対してさほど顕著な違いが現われていない。Boussinesq の式により計算された土圧値は、車両静止時の土圧を比較的うまく表わしているが、車両走行時の土圧を表わすには至っていない。

3. 動的FEM解析による土圧の算定

走行試験から得られた土圧波形の形状に着目して、交通荷重を静的でなく、三角形のパルス荷重として動的に加えることを試みた。有限要素法により、図-6のように分割された要素において、盛土表面より輪荷重として最大値 5.5tf、作用時間 0.8sec のパルス外力を加えた。応答計算は時間領域で行ない、Newmark β 法 ($\beta=1/6$) を使い、時間刻み 0.02secで行った。図-7は、盛土内の輪荷重作用点直下の要素における鉛直応力の波形を表わすものである。これは、土圧計最上段の観測結果に対応するものであるが、図-3との対応でも明かなように土圧波形の特徴をうまく表わしている。解析で求めた鉛直土圧を実測値と比較するために、車輪直下と車輪中間部直下の方向に土圧分布を描いたのが図-8である。解析結果は、Boussinesqなどによる静的応力より大きい値を与え、図-8に見られるように実測結果とかなり良く一致している。このことは、車両走行による地中応力伝播のメカニズムが静的ではなく、盛土表面で発生した波動が周辺へ伝播していく動的なものとしてとらえられるべきことを示唆しているように思われる。解析により求められた鉛直応力の盛土及び地盤内における分布を図-9に示した。本解析によれば、盛土内のみならず地盤のかなり深部まで比較的大きな応力が伝播していることが認められる。

謝辞 現地試験は、日本地研㈱が主体となつて行なわれたものである。同社の小林孝氏、小野圭介氏には大変お世話になった。また、資料の整理、本稿の作成に際し、山口大学工学部技官山本修氏に協力戴いた。これらの方々に深甚なる謝意を表する次第である。なお、本研究の一部は、昭和61年度文部省科学研究費（奨励研究A）の援助によるものである。

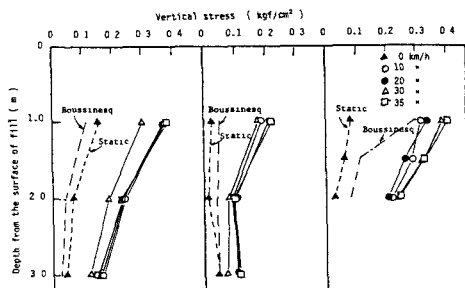


図-5 走行試験より得られた土圧分布 (Case1)

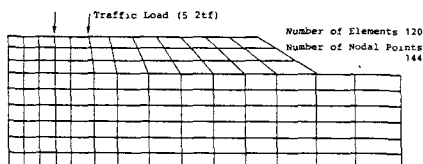


図-6 盛土・地盤系FEMモデル

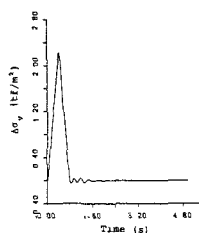


図-7 鉛直応力波形

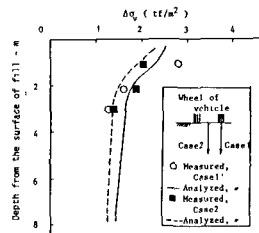


図-8 解析と実測結果の比較

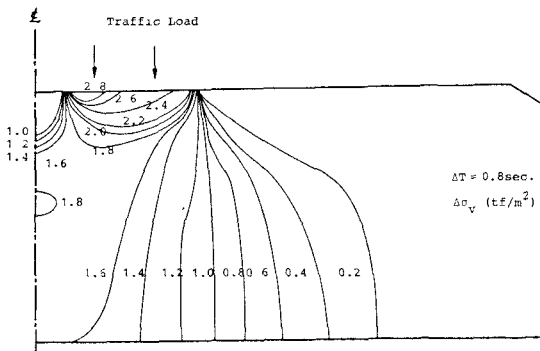


図-9 地盤内鉛直応力の分布