車両荷重を受ける空港内地下通路の三次元有限要素法解析

早稻田大学	学生会員	○綱川	悠
早稲田大学	フェロー	清宮	理
国土交通省	正会員	中道	正人
関西空港用地造成(株)	正会員	田端	竹千穂

1. はじめに 現在の地下構造物の設計法は二次元静的解析に基づいた線形弾性理論を用いており、車両,航空機 等が走行する際の動的な影響を直接的に考慮していない.また輪荷重は地盤内に 45 度分散させた等分布荷重に置 換している。より合理的な設計を行うためには構造物の三次元挙動と荷重の分散性状を把握する必要がある。本研

究では動的車両荷重による地下構造物(共同溝)での応力やひずみの応答を, 重ダンプトラック(46tDT)の載荷試験(写真-1)を行って調べた.また動的 および静的の有限要素法解析を行い計測値と既往設計法との比較を行った 結果について報告する.

2. 共同溝の概要 関西空港内に設置した共同溝は鉄筋コンクリート製 で高さ3.6m,幅7.8mである.また,周辺地盤は岩ずりによる埋め戻し土 である.周辺地盤の平均的なヤング係数はE=2,161~29,700kN/m²,N値 は10程度である.地表面はアスファルト舗装されており,共同溝の土か ぶりは1.8mである.共同溝の壁内の鉄筋にひずみ測定用のゲージを取り 付けた.この配置状況を図-1に示す.本共同溝には将来的に航空機荷重が 作用するが,試験段階として重ダンプトラック(46tDT)コマツHD465-7 (タイヤの数:前輪2個,後輪4個)をこの共同溝のアンダーパスの直角方 向に,10km/h程度で走行させ移動荷重の影響を調べた.表-1に重ダン プトラックの空荷と砂利を積載した時の載荷軸重の実測値を示す.

3. 解析モデル 有限要素法解析(解析ソフト SOLVIA)を用いて地盤・共同溝を線形モデルとして扱う.要素モデルは SOLID 要素および SPRING 要素を使用する.また,共同溝と地盤の材料特性は表-2の値を用い,モデル化の解析範囲は幅 7.8m,高さ 5.4m とする.総要素数は 13750 個である. 境界条件は,側面・底面の SPRING 要素節点をすべての方向において固定とする.ばね定数は道路橋示方書に示される式から求めた.地盤モデルの上面に荷重を載せるとき,荷重は要素の面外当分布荷重として作用させた。荷重は表-1 に示す載荷軸重実測値を用い,輪荷重の離散化の概念を図-2 に示す.この荷重を地表面上の水平方向に移動させた場合(動的)と共同溝上部に静置した場合(静的)の解析を行う.動的解析は NewMark-β法で行い計算間隔は 0.1080 秒とした.

表一2 共同溝,地盛の材料特性					
	ヤング係数E(N/m ²)	ポアソン比 <i>v</i>	密度d(kg/m ³)		
共同溝	3.5 × 10 ¹⁰	0.2	2500		
地盤	1.4 × 10 ⁸	0.49	2000		

الملطية الماديلية ومراقفها بال

キーワード 輪荷重,共同溝,現地計測,有限要素法解析,空港施設

連絡先

〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 社会環境工学科 清宮研究室 TEL03-5286-3582

写真-146tDT載荷試験状況



図―1 鉄筋ひずみゲージの位置

表-1 載荷軸重実測値

		46tDT		
ŕ		空荷	積載	
5.	前輪荷重(kN)	200	270	
4	後輪荷重(kN)	220	500	
_	総荷 重(kN)	420	770	
甶	接地面積(mm)	400 × 650	500 × 650	



図-2 車両荷重の離散化

4. 解析結果 トラックの後輪の荷重が共同溝の上面に作用する分布を図4に示す。紡錘形状をしている。図5 に既往の設計法との比較を示す.既往の設計法は奥行き1mに換算された 50kN/m の等分布荷重で4.0mの分布幅で ある。一方有限要素法分散はほとんどなく集中荷重的に作用する。中央の上床板の軸ひずみ εyy の値の動的・静的 の解析比較およびこの解析モデルから求めた速度と最大ひずみの関係を図-6に示す. 10km/h~40km/hまでは速度 の影響はほとんど見られなかった.構造物の振動の影響が殆どない事,荷重速度が遅い事と舗装版が現状では平滑で あるが原因と考えられる. 上床板上(W室上側)の鉄筋ひずみゲージにおける ε vv 測定値と解析値の時刻歴を図-7に示す.



トラックが共同溝から離れた箇所にあるとき圧縮域にあるがトラックが、 上部に来たとき測定値が8μ,解析値が程度の5μの最大引張ひず

みが発生している.両者のひずみの波形がほぼ同じ形になった.

今回の設定条件で従来の設計法で計算される鉄筋ひずみの最大

値は85µであり現地観測値と比較すると従来の設計法がかなり

安全側の設定となっている.また航空機はLA-0で1基の輪荷重

は1873kNであり将来航空機が走行しても大きなひずみは発生し

面の状況などを考慮して合理的な設計法の検討が考えられる.

ないと予想された。衝撃係数、荷重分散の状況、走行速度、舗装





図-4 後輪の荷重形



図-5 後輪の荷重形(断面)



図-6 中央の上床板の軸ひずみ ε_{yy} の値の動的・静的の解析比較

図-7 ε_{w} の測定値と解析値の比較 5. 結論 本研究は、航空機(車両)荷重を受ける空港内の地下構造物の挙動を解明するための基礎的な解析であ

る.現地測定と三次元有限要素法の結果より、以下の結論が得られた.

①輪荷重の1.8mの深度での地盤内の分散は、有限要素法ではほとんど分散せず集中荷重的であった。

2/46tDT を 10km/h で走行したとき, 共同溝に発生する最大ひずみ量は 10μ程度と小さい値であった.コンクリー トのひび割れの発生や鉛直変位はほとんど見られなかった. 共同溝の各箇所での解析結果と測定結果のひずみの 時刻歴を比較すると、ピーク時の値は多少異なってはいたが、波形は良く類似していた. ③今回の条件ではトラ ックを静止した静的条件と走行させた動的のひずみの応答の大きな違いはなかった. また 10-40km/h 走行によ るひずみの値の増加は有限要素法解析では見られなかった。

6. 参考文献

1)清宮 理:構造設計概論,技報堂出版,2003.12,2)鹿島建設土木設計本部編:改訂版 基礎構造物/地中構 造物, 鹿島出版会, 1998.7,