

㈱大林組技術研究所 正員○樋口俊一

㈱大林組技術研究所 正員 後藤洋三

㈱大林組技術研究所 正員 菊地敏男

1. まえがき

免震橋梁の桁と橋台の遊間をあまり大きくしないための工夫のひとつとして、橋台にノックオフ機構を設けることが考えられる。これは大地震時に桁が橋台と衝突した場合ノックオフ部が裏込め土の方に適宜に移動できるようにしておき、衝突による桁および橋脚のダメージを低減しようというものである。この機構の実用にむけて模型実験を行った結果¹⁾は既に報告しているが、その結果についてFEMによる数値シミュレーションを行い、ノックオフ部が滑動した際の裏込め地盤の破壊状況と滑動抵抗力を確認すると共に本装置の設計法確立のため抵抗荷重の簡易的な計算方法の検討を行った。

2. 解析方法

解析は汎用非線形有限要素解析プログラムABAQUSを用いて行った。解析モデル(図2)は実験で用いられた模型(図1)を簡略化して作成した。解析対象はノックオフ部の裏込め地盤が砂のみ(層厚25cm)の場合と礫(層厚18cm)+アスファルト舗装(層厚7cm)の場合である。それぞれのモデルの材料の定数並びに構成関係を表1に示す。解析では裏込め地盤に自重を与えた後、図2に示す節点1を静的に変位させて載荷実験をシミュレートした。また、ノックオフ部の挙動を表すため、境界ABは回転可能とした。

3. 静的模型実験のシミュレーション結果

図3(a)、(b)は裏込めが砂のみの場合の静的載荷実験のシミュレーション結果である。ノックオフ部の最大抵抗荷重(実験値:1.27tf、解析値:1.26tf)および裏込めの変形形態は実験結果をよくシミュレートしている。特に裏込め地盤のせん断破壊によるすべり線の発生が非常によく表されている。

裏込めが礫とアスファルト舗装の場合をシミュレートした結果を示したのが図4(a)、(b)である。変位-抵抗荷重の関係はよくシミュレートされており、最大抵抗荷重(実験値:5.57tf、解析値:5.39tf)もほぼ一致している。また、アスファルト舗装がノックオフ部から40cm付近で持ち上がって破壊に至る様子が示されており、これは模型実験でも確認された変形モードと一致する。破壊時の裏込め下層の礫のすべり線は、アスファルト舗装による拘束のため材料単体で載荷した場合(例えば図3)よりも遠方に現われる。

4. 裏込め抵抗荷重の簡易計算方法

実験および数値解析の結果をふまえて、裏込めが礫とアスファルト舗装の場合の破壊モードを、①礫層はせん断破壊する、②アスファルトは弾性座屈破壊する、と仮定して図5のように破壊時の釣合い状態を考えた簡易計算モデルを提案する。本モデルにおいてはアスファルト層について、一端固定、一端回転支持の境界条件における座屈形状を仮定した。また、礫層のすべり面はFEM解析結果より仮定した。このモデルで求められる裏込め地盤の抵抗荷重は5.50tfであり、実験値およびFEM解析値ともよく整合する。

5. まとめ

ノックオフ装置滑動時の模型実験とその数値シミュレーション結果の検討より、裏込め地盤破壊時の釣合い状態を考えた簡易計算モデルを提案し、その最大抵抗荷重が概算できることを示した。一方、模型実験ではアスファルト舗装の抵抗荷重の速度依存性が確認されており、動的抵抗荷重算定時には材料定数の検討が重要である。

なお、本研究の一部は建設省土木研究所と民間28社の官民連帯共同研究「道路橋の免震構造システムの開発」の一環として行われたものである。

参考文献 1) 菊地敏男、黒岩正夫:ノックオフ機能付橋台の模型実験結果について、

土木学会第46回年次学術講演会概要集, 第I部, PP.1394-1395, 1991.9,

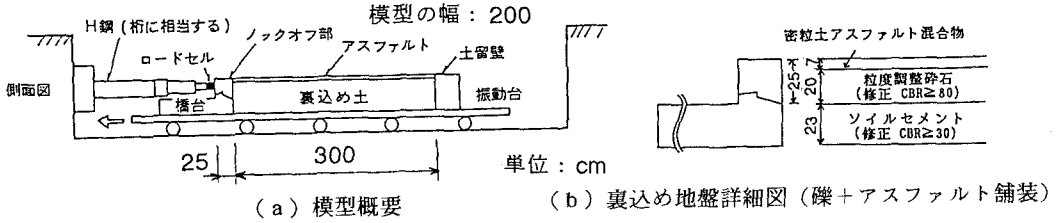


図-1 ノックオフ装置模型

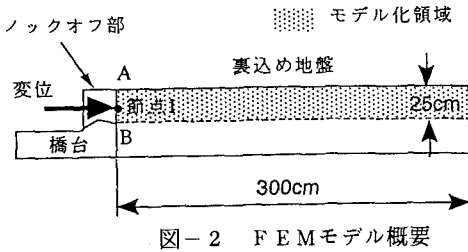


表-1 FEMモデルの構成関係と材料定数

裏込め材料	砂	礫	アスファルト
構成関係	弾・塑性	弾・塑性	弾・塑性
弾性定数 (kgf/cm ²)	多孔質弾性体	140	2000
降伏応力 (kgf/cm ²)	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	12
内部摩擦角 φ (deg)	36	40	—
粘着力 c (kgf/cm ²)	0.05	0.10	—
単体体積重量 (kgf/m ³)	1520	1030	2100

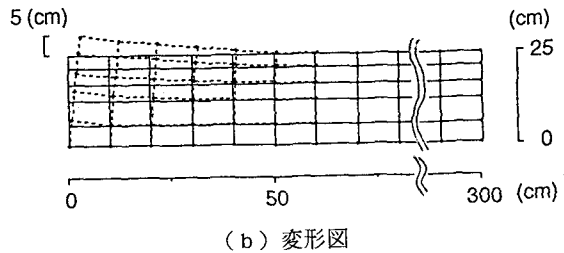
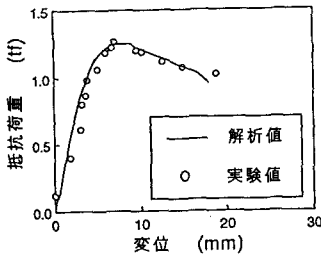


図-3 裏込め地盤の変形特性(裏込め:砂)

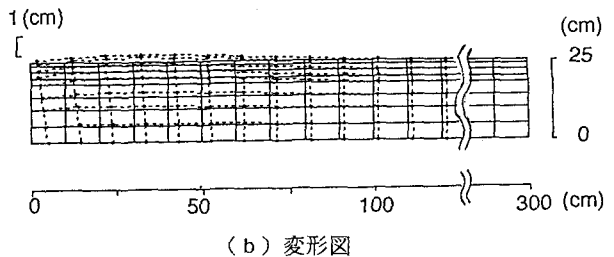
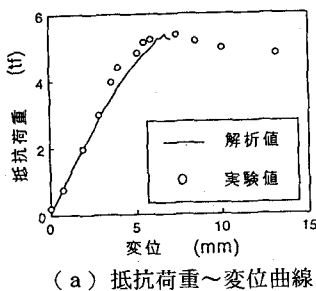


図-4 裏込め地盤の変形特性(裏込め:礫+アスファルト舗装)

表-2 裏込め地盤の最大抵抗荷重
(裏込め:礫+アスファルト舗装)

実験値	FEM	簡易計算値
5.57	5.39	5.50

単位: (tf)

