

FEM解析を用いたFCB盛土の健全度評価事例

日本道路公団 正会員 石田 博
 日本道路公団 正会員 ○佐藤 征行
 日本道路公団 正会員 芹川 博
 日本道路公団 正会員 山田 信行
 (株)地盤解析研究所 正会員 大森 晃治

1. はじめに

近年、軟弱地盤上の橋台の背後に沈下・側方移動対策および土圧軽減を目的として気泡混合軽量盛土（以下「FCB盛土」）工法を用いることが多くなってきている。しかしFCB盛土施工後に図-1 に示すような箇所ではFCBの破損や空洞の発生が認められる事例も発生している。本報告では、図-1 に示す変状が発生した箇所のFCB盛土に対しFEM解析を用いてその健全度を評価した事例について述べるものである。

2. FCBの材料物性のモデル化

解析を行うためにFCB材料を双曲線モデルで近似した¹⁾。図-2 にモデルの概要と用いたパラメータを示す。現場において観測された養生温度が80～100℃であるため、現場の解析においては図-2 に示す対応する養生温度のパラメータを用いた。

3. FCBのひび割れとFCBの降伏

図-3 に載荷試験時の亀裂の分布を黒太線で示す。FCBの健全性を亀裂の面から検証するために上記の双曲線モデルで計算した載荷試験の応力状態に別途Griffithの基準を適応して亀裂の発生範囲を求めた。用いた引張強度は圧裂試験から求めた327kPaを用いている。図-3のピンク色の部分がGriffithの基準から求まる亀裂が発生する可能性が大きい部分である。実際に試験で発生した亀裂の発生範囲と解析で求めた亀裂の発生範囲がほぼ一致していることが判る。図-4 は前川ら²⁾の研究によるFCBの降伏特性である。今回の検討では亀裂の発生およびFCBの降伏について、図-2の双曲線モデルで計算した応力状態がGriffithの基準に達しているかや図-4の降伏曲面に達し

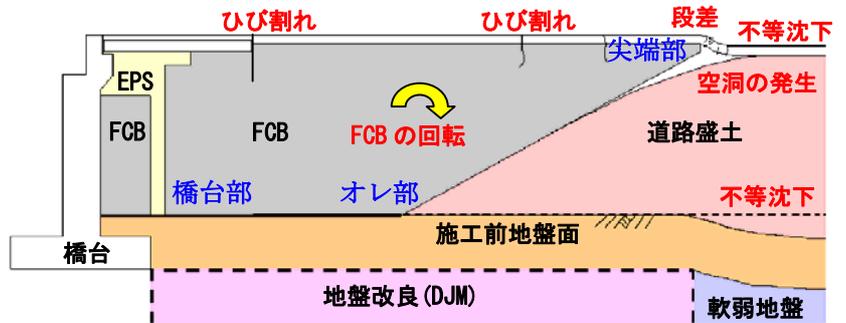


図-1 FCB盛土に発生する変状事例

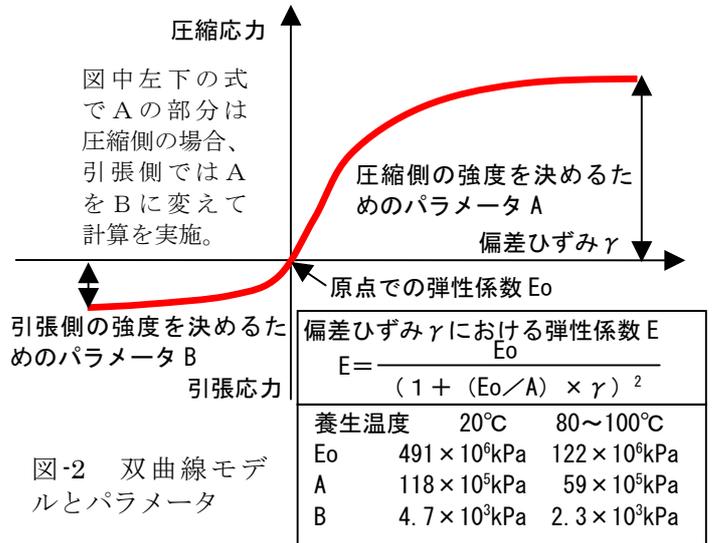


図-2 双曲線モデルとパラメータ

図中の色区分の凡例：(図-7 (d) 参照)
 図-3 載荷試験時の亀裂分布と解析結果

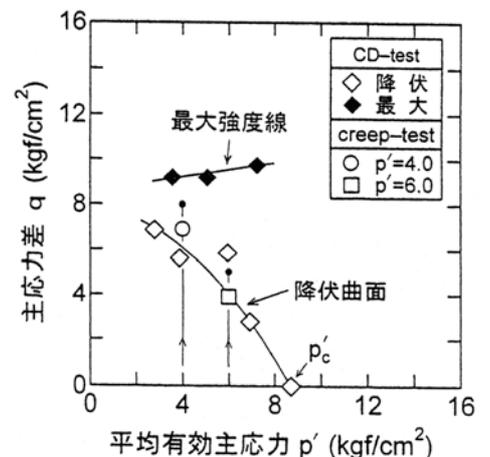
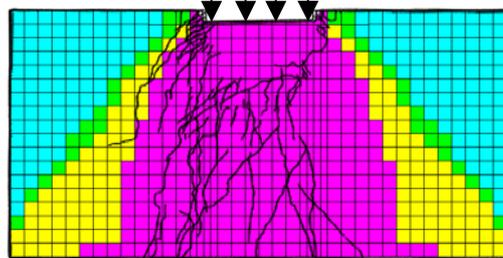


図-4 FCBの降伏特性（前川ら²⁾）

今回の検討では亀裂の発生およびFCBの降伏について、図-2の双曲線モデルで計算した応力状態がGriffithの基準に達しているかや図-4の降伏曲面に達し

ているかで判断する近似をおこなっている。本来であれば別途これらが整合する構成式から検討すべきであるが、図-3 に示すように計算によって実験結果をある程度説明することが出来たため上記の近似方法を用いることとした。

4. FEM 解析による空洞の計算結果

図-5 に解析断面を示す。砂質土層および粘性土層のパラメータは土質試験結果および標準貫入試験結果より求めている。図-6 に図-5 の空洞計算位置での空洞発生量の計算値と実際との比較を示す。両者はほぼ一致していることが判る。

5. FEM 解析による FCB 盛土の健全性

図-7 に解析結果を示す。(a) に示す溶接金網の応力は空洞の発生に伴い、特に FCB のオレ部～先端部で応力が増加し、安全率3としたときの許容応力を超えている結果となった。(b) に偏差応力の分布を示す。空洞の発生と軟弱地盤の不等沈下にともない FCB のオレ部に応力が大きく発生していることが判る。(c) に偏差ひずみの分布を示す。FCB 先端側の沈下に伴い FCB が片持ち梁のように変形し、先端部の道路面直下の部分でひずみ量が大きくなっている。(d) に Griffith の基準から亀裂の発生を検討した結果を示す。図中の安全率は各要素の応力から求めたモール円の半径と Griffith の基準に接するモール円の半径の比から求めている。図中の安全率が1以下となる部分では亀裂が発生している可能性が大きい。溶接金網の上側の部分と、FCB 先端部の道路盛土に接する部分で安全率の低下が大きい。しかし FCB 先端部全体が安全率1以下の状態とはなっていないため亀裂によって FCB 先端部が破損するまでは至っていない。現場での試掘調査からもこの部分で FCB の破損は見られない。計算からは溶接金網が FCB を支えているものと判断される。(e) に FCB の降伏について示す。FCB が軟弱地盤側に変形することでオレ部に圧縮応力がかかり降伏する可能性が大きいことがわかった。

6. あとがき

FEM解析によってFCBの健全度評価を試みた結果について述べた。今後、現場の維持・管理に使えるようさらに検討を加えて行きたいと考えている。

参考文献：1) 松田他：FCB 材料強度試験と大型載荷試験の FEM 解析結果、土木学会第 59 回学術講演会、2004.9、pp.1001-1002。 2) 和泉他：発泡モルタルのクリープ特性、土木学会中部支部研究発表会、2003.3、pp.258-259。

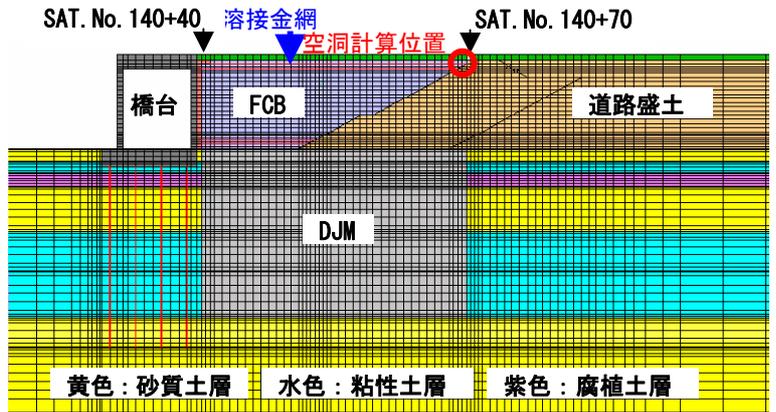


図-5 解析断面の土性と位置関係

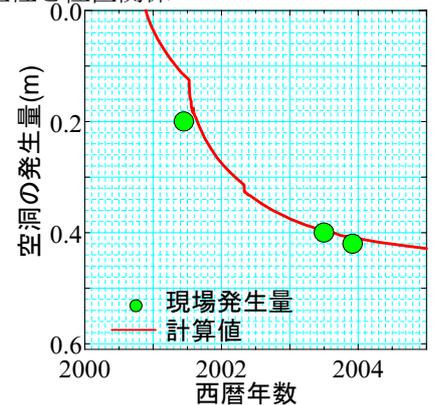


図-6 空洞の発生量
標高13.6mに設置した鉄筋の応力

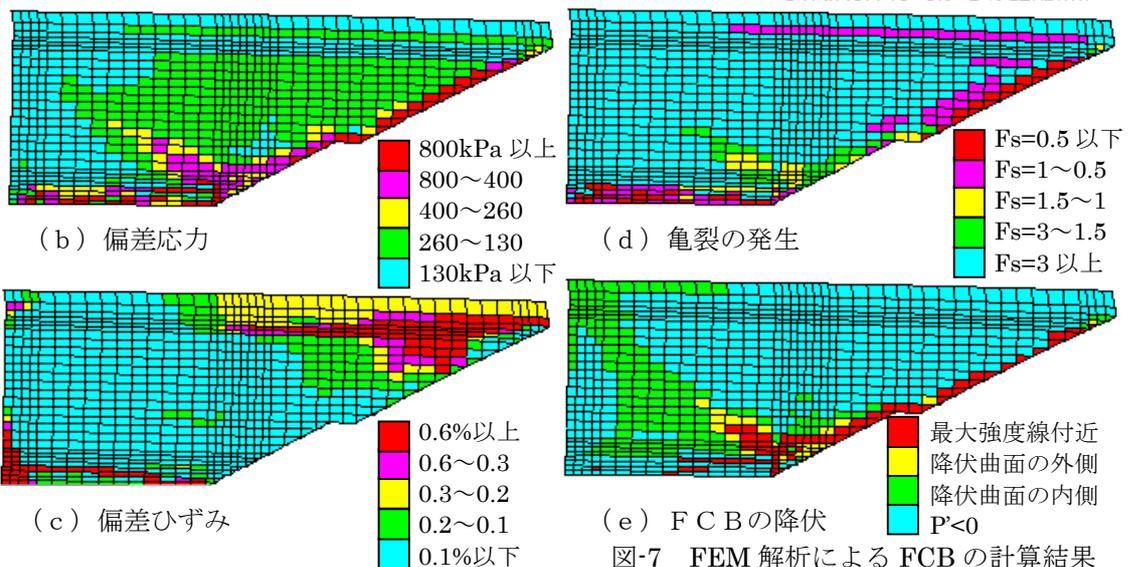
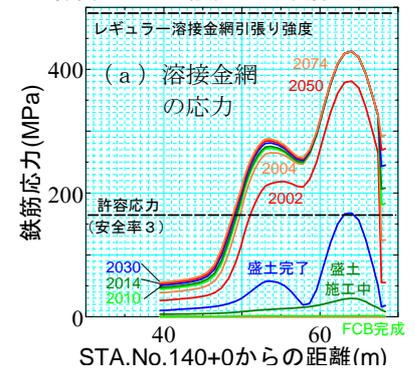


図-7 FEM 解析による FCB の計算結果