

埋設下における角形 FRPM 管の挙動解析

The analysis of behavior for square FRPM pipe under the ground

宮崎 徹* 毛利 栄征** 田中 忠次*** 井上 孝治*

Toru Miyazaki, Yoshiyuki Mohri, Tadatsugu Tanaka, Koji Inoue

1. はじめに

老朽化した水路の改修方法として水路を取り壊すことなくその内部に新たな水路を構築する方法がある。通水量を確保するためには、水路形状を有効に活用できる矩形断面が有効であるが、その挙動については未解明である。本報では角形 FRPM 管を水路内に設置する場合を対象として FEM 解析による挙動解析を行った。FEM 解析プログラムは「Nonsolan」を使用した。さらに、土槽試験による結果と FEM 解析の結果との比較、検証を行った。

2. 試験方法

中込材の拘束効果による管体への影響を確認するため、Fig.1 に示す土槽試験装置を用いて埋設試験を行った。管形状は呼び径 150 の角形とし、既設水路と管の隙間は 30mm とした。Fig.2 に断面形状を示すが、中込材の施工支持角は 180°、360° の 2 種類とし、標準砂の上面より 0~200 kPa の载荷を行って、その挙動の差を確認した。

また、既設水路および中込材が無い状態との比較のため、装置中央に管のみを設置し標準砂の上面から 0~200kPa の载荷を行って、同様に挙動を確認した。

3. 解析方法

解析モデルのメッシュと使用したパラメータを Fig.3 及び Table 1 に示す。本モデルは、Fig.2 の土槽断面をモデル化したものであり、角形 FRPM 管、中込材及び水路で構成される複合構造物を設置し、上面に均一に密な砂地盤を形成したものである。解析モデルは左右対称な形状であるため半断面のみのメッシュとしており、614 節点 556 要素で構成している。拘束条件は、底面を鉛直方向に、半断面部分および側面部分を水平方向にそれぞれ変位拘束している。以上の条件で上端面に 10kPa ずつ最大 250kPa まで段階的に等分布荷重を与えて、管体に発生するたわみ量および応力を確認した。

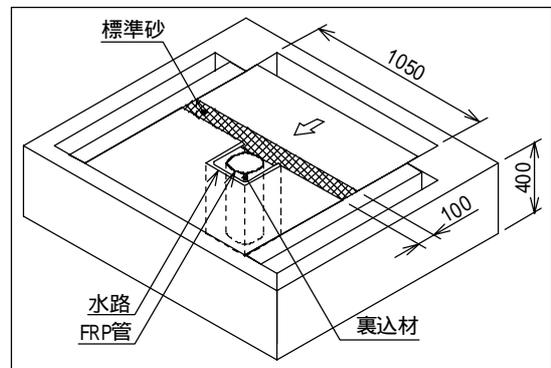


Fig.1 土槽試験装置
Soil equipment of model

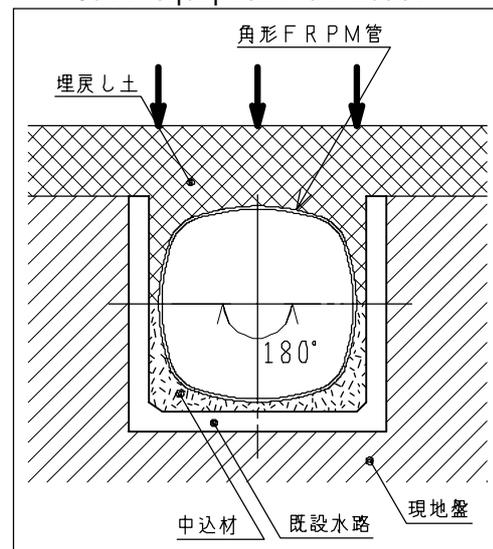


Fig.2 試験モデル(施工支持角 180°)
Experimental Model

* 栗本化成工業株式会社

Kurimoto Plastics Co.,LTD

FRPM, 水路, 解析

** 農業工学研究所造構部

National Institute for Rural Engineering

パイプインチャンネル

*** 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The Univ. of Tokyo

4. 結果比較

中込材の施工支持角を 180°としたモデルにおける荷重 - たわみ関係を Fig.4 に示す。鉛直たわみは試験および解析が良い一致を示している。しかし、水平たわみは、解析値がほとんど 0 を示し、試験値と異なる結果となった。これは、実際の土槽試験の境界条件の設定が解析と異なっているか、既設水路内の局所的な挙動を表現できていないためと考えられる。既設水路および中込材が無い場合の解析結果と比較すると、中込材および既設水路の拘束効果により、たわみの発生が抑えられている様子が確認された。

また、200kPa 載荷時における角形 FRP 管近傍の主応力状態を Fig.5 に示す。赤い色の部分が高い応力を、青い部分が低い応力を表している。図を見ると管頂部および上コーナー部に応力集中が発生していることがわかる。また、下コーナー部は中込材および既設水路の影響により、応力の発生が抑えられている様子が確認された。

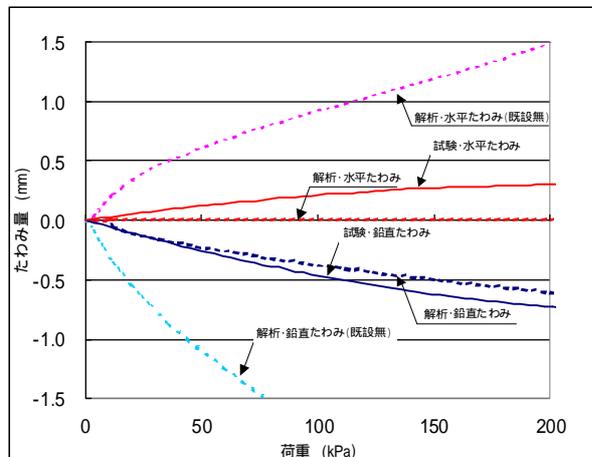


Fig.4 荷重 - たわみ線図
(Force-Displacement Diagram)

Table.1 解析パラメータ

Analytical Parameter		砂地盤	既設水路	中込材	FRP管
厚さ t (mm)	-	-	20	3	1.8
弾性係数 E (MPa)	9.8	20000	1570	14700	
ポアソン比	0.2	0.2	0.2	0.3	
密度 (g/cm ²)	1.8	2.3	1.1	1.8	
初期せん断弾性係数 G ₀ (MPa)	9.8	-	-	-	
ピーク時の内部摩擦角 ϕ	48	-	-	-	
残留内部摩擦角 r	34	-	-	-	
相対密度 Dr	0.9	-	-	-	

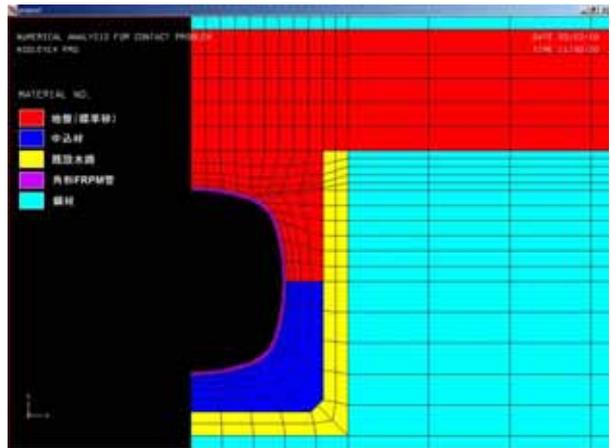


Fig.3 解析モデル
Analytical Model

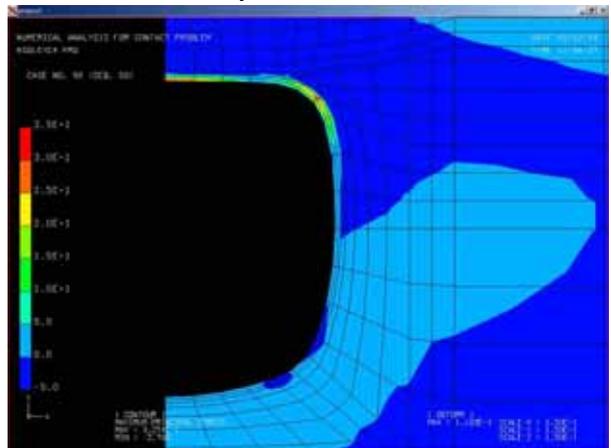


Fig.5 主応力コンタ図(変形倍率 15 倍)
(Maximum Principal Stress Contour map)

5. おわりに

土槽試験結果と FEM 解析結果について比較および検証し、水路上に角形 FRP 管を設置し埋設した時の挙動について確認した。今後、実証試験を実施し、実際の施工環境下と同様のモデルを考慮した FEM 解析との対比による評価を行っていく。

- 【参考文献】 田中忠次(1992)：有限要素法による変形・安定解析(主として砂質土を対象にして)，
わかりやすい土質力学原論 [第 1 回改訂版]，地盤工学会，pp.109 - 154
岡氏，毛利，牧野，間宮，吉原(2005)：平成 17 年度農業土木学会大会講演会要旨集