

インシチュフォーム工法による異形管の設計に関する二,三の考察

九州大学工学部 正○丸山義一 彦坂熙

武漢測絵科技大学 朱 永華

飯田建設(株) 織田耕造 小関和幸 阿南公幸

1. 緒言 インシチュフォーム(In-situ form)工法は、地面を掘り返さず短時間で埋設管を補修する工法であり、熱硬化性樹脂を含浸したインシチュフォーム管(以下、INS管と略す)を水圧によって既設管渠内に反転挿入したあと、管内の水を加熱することにより硬化させ、管渠内に耐荷性耐食性に優れた新しい管渠を設ける工法である。INS管は硬化前には柔軟性を有するため、円形以外の既設管の補修においても使用可能である。しかし、異形管の施工例はまだ少なく、その設計手法は確立されていない。そこで、既設の長方形管渠にINS異形管を施工する場合について、既設管による拘束を考慮に入れた有限要素解析を行ったので、ここに報告する。

2. 解析モデル 図-1は本解析で対象とした既設管およびINS管の断面諸元であり、INS管の板厚は一様とする。ここでは、土圧、交通荷重は既設管が受け持ち、INS管には一様な外水圧のみ作用する場合を考える。既設管およびグラウトの剛性は無限大とし、INS管の物性値と外水圧値は表-1に示す。また、INS管の変位拘束に関する次の3種類のモデルA, B, Cについて、有限要素解析を行った。

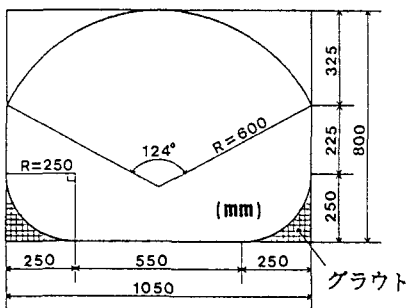
モデルA：既設管およびグラウトによる変位拘束を無視する

モデルB：既設管のみによる変位拘束を考慮する

モデルC：既設管およびグラウトによる変位拘束を考慮する

図-2(a)は曲線部と直線部の交点の番号(①～⑤)およびはり要素番号(1～43)を示す。図-2(b)にモデルCの概略図を示す。INS管の変位拘束を考慮するために使用したギャップ要素は、2節点間の相対縮み量が定義されたギャップ長を超えた場合に、圧縮力に抵抗する剛体要素である。具体的には、2節点間の変位の適合条件、および力のつり合い条件を考え、系全体の剛性方程式を修正する方法により、接触条件を考慮した。

3. 解析結果および考察 図-3に板厚3cmの場合の変形図を、図-4には節点①～⑤間の相対変位量と板厚の関係を示す。既設管の拘束効果によって変位は40%以下に減少している。INS管は1.5mm毎の板厚の変化が可能であり、最小管径の3%を許容変位量と考えるならば、2.25cm以上の板厚が必要となる。図-5はINS管の外表面に生じる周方向直応力分布を示し、横軸は図-2(a)で示した要素番号である。図-5(a)は板厚が3cmの場合であるが、応力が最大となる底辺中央部(要素番号43)では既設管の拘束効果によって25%減少し、他の位置では拘束による分布の変化が見られる。図-5(b)はモデルCで許容応力を満足する最小板厚2.4cmの場合である。図-6(a)はモデルAの場合の座屈固有値と板厚の関係を示す。板厚2.1cm以上では座屈に対して十分安全であることが確認された。図-6(b)は座屈モードである。



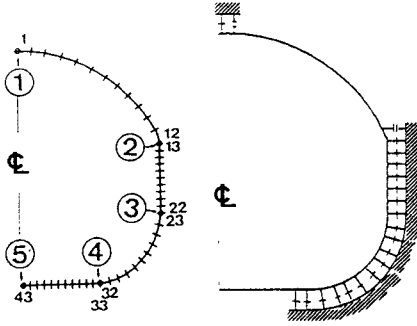
□ 既設管 □ INS管

図-1 断面諸元

表-1 解析条件

ヤング率 E	2.24×10^4
許容応力 σ_a	100
外水圧 p	0.28

単位 kgf/cm^2



二二 ギャップ要素

(a) 要素番号 (b) モデル C

図-2 解析モデル

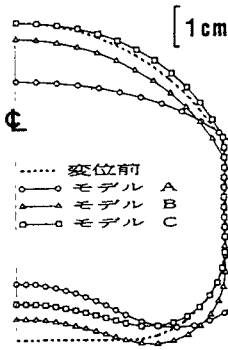


図-3 変形図

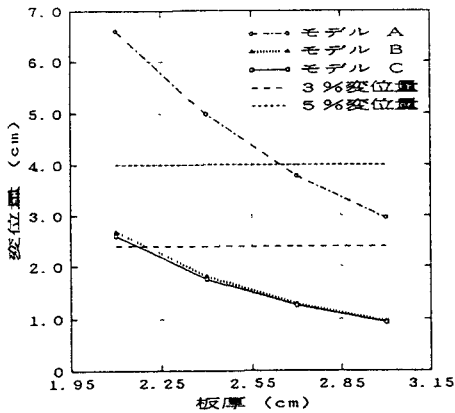
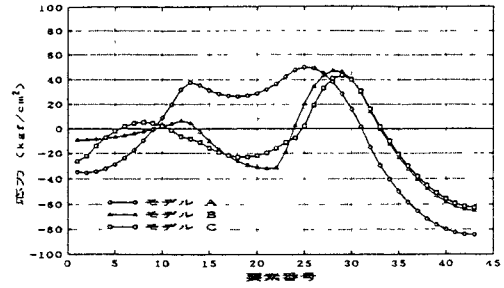
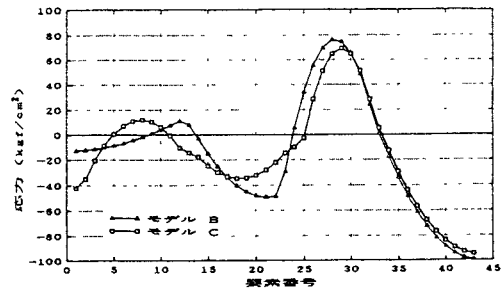


図-4 変位量と板厚の関係

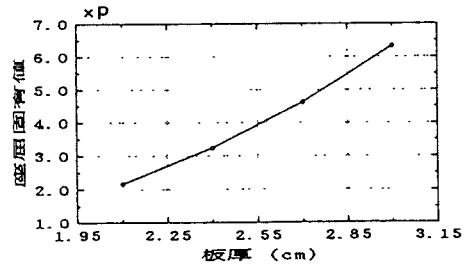


(a) 板厚 3 cm

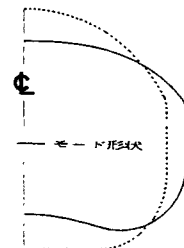


(b) 板厚 2.4 cm

図-5 周方向直応力分布



(a) 座屈固有値と板厚の関係



(b) 座屈モード

図-6 座屈固有値とモード (モデル A)