

小口径下水道管路の耐震対策に関する研究

京都大学大学院	学生会員	○常井 友也
京都大学大学院	正会員	Freddy Duran c.
京都大学大学院	正会員	清野 純史

1. 目的

下水道管路の管更生工法は様々な工法が実用化されているが、管径が $\phi 800\text{mm}$ 未満では自立管タイプの工法が主に採用される。自立管には更生材単独で土圧等の外圧に耐える強度が求められるため、一般に厚みが大きくなり、施工性や断面確保が難しくなるという課題がある。本研究は、土圧等の外圧に耐える高剛性部と地下水や土砂の浸入を防ぐライニングを備えた構造の自立管を考案し、実験と解析により検証を行うものである。

2. 更生管の構造

自立管の抱える問題を解決するために本研究では、土圧などの外圧に耐える曲げ剛性の高い部分（高剛性部（リブなど））と、地下水や土砂などの外部からの侵入を抑える部分（ライニング）からなる構造（図-1）を考えた。このような二層構造は更生工法用としては実例が無いが、類似の構造のパイプは下水用のリブパイプや、土木資材のコルゲート管で既に実用化されている。

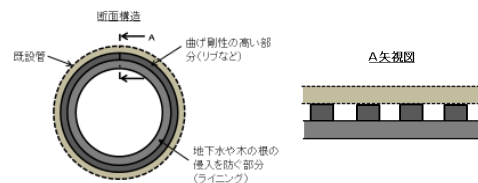


図-1 更生管の構造例

3. 実験及び解析モデル

3. 1 更生管の構造

更生管の構造としては、既存の製品と同様な高剛性部（リブ等）とライニング部が一体となった構造も考えられるが、施工の容易さを考慮にいたした場合、別々の構造になっていた方が有利である。そこで実験及び解析は、①ライニング単体（既設管サイズ

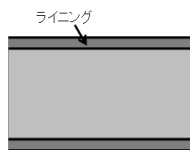


図-2 ライニング

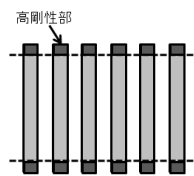


図-3 高剛性部

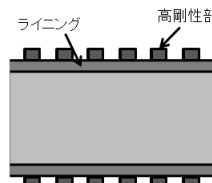


図-4 ライニング+高剛性部

として $\phi 450$ を想定、図-2)、②高剛性部単体（リング状またはコイル状が考えられるがコイル状で検討、図-3)、③ライニング+高剛性部（図-4)の3種類で行うこととした。本研究において、ライニングは下水用管材として実績の多い硬質塩化ビニル管、高剛性部は強度に優れるFRP製を検討した。

3. 2 FEM解析モデル

図-5には3次元FEM解析のモデル及びモデルの境界条件を示す。また、2次元FEMモデルはビーム要素、3次元FEMモデルはシェル要素を採用した。高剛性部の形状は、図-5に示すように長手方向が一様でないため（高剛性部間隔によって剛性が変化）、2次元解析だけでは数値解析を正確に表現することができない。3次元解析で裏付けを行い、補正した2次元フレームモデルで解析ができるよう検討を行っていく。

図-6に実験及び解析モデルを示す。解析及び実験モデルは、ライニング材単体モデル、高剛性部単体（隙間なし、有り）モデル、ライニング+高剛性（隙間あり）モデルのケースを考えた。

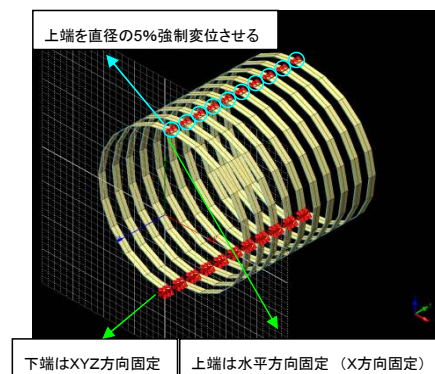


図-5 3次元FEMモデル例

キーワード 管更生、自立管、耐震対策

連絡先 〒615-8246 京都府京都市西京区京都大学桂 TEL 075-383-3252

4. 実験及び解析方法

実験方法は「日本下水道協会規格 JSWAS 下水道用硬質塩化ビニル管 (K-1)」((社)日本下水道協会)の「偏平試験」(図-7)に準じて行った。実験は 3. で示した①～③の3種類のモデルに対して行った。また、高剛性部は図-8に示すように管軸方向に隙間無く並ぶ場合と、隙間が生じる場合とが想定されるため、②高剛性部単体と③ライニング+高剛性部とでは隙間のある場合とない場合でそれぞれ実験を行った。解析方法としては、偏平試験の結果との比較を行うために、管頂部に直径の5%の圧縮量を与える静的解析を変位制御方式にて行った。

5. 実験及び解析結果と考察

「3次元解析と実験結果」を比較した場合、すべてのケースにおいて解析結果と実験結果の差は、1割未満という結果になった。今後、シェル要素からソリッド要素による解析を実施し、実験値とフレームモデルで解析を実施できるように高剛性部の剛性の補正を行っていく予定である。プロセスとしては、まず、3次元解析で裏付けを行う必要があり、補正については、コイル形状と高剛性部の間隔の形状を考慮した平均剛性の算出を行い、2次元解析のみで解析が行えるように検討を行う。今回の2次元解析の結果から、2次元フレームモデルで解析を実施する場合、コイル形状と高剛性部の間隔を有するモデルでは、平均剛性を低下させて解析を行う必要がある。

6. 今後の方針

考案した構造の更生管のモデル化と解析を完成させこれをベースに本構造の更生管に対する耐震性(高剛性部の間隔)を評価していく。今後、耐震実験を実施し、更生管の耐震性能評価を行う予定である。

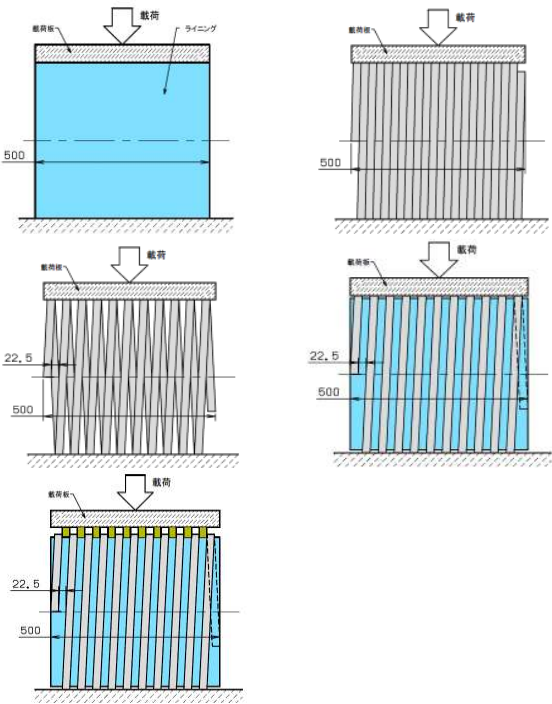


図-6 実験及び解析モデル (5 ケース)

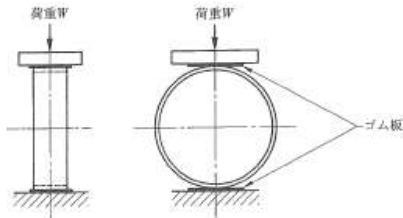


図-7 偏平試験 (JSWAS K-1より)

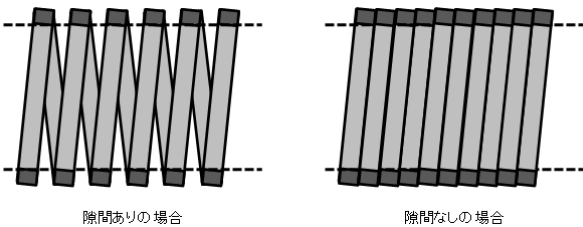
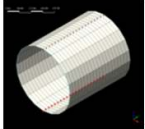
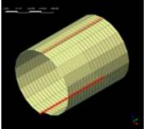
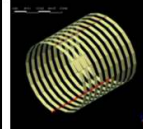
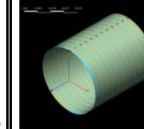
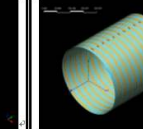


図-8 高剛性部の隙間

表-1 実験結果及び解析結果

					
解析モデル	ライニング	高剛性部 (隙間なし)	高剛性部 (隙間あり)	ライニング+高剛性部 (隙間あり) (高剛性部に載荷)	ライニング+高剛性部 (隙間あり) (ライニングに載荷)
2次元解析結果	0.70 (kN)	12.77 (kN) (横断方向は円形)		13.20 (kN) (横断方向は円形でライニング材と高剛性部が一体構造)	
3次元解析結果	0.82 (kN)	9.20 (kN)	4.11 (kN)	4.95 (kN)	4.95 (kN)
実験結果	0.81 (kN)	9.63 (kN)	4.40 (kN)	5.25 (kN)	4.88 (kN)