## 断層変位の影響を受ける埋設管の変形挙動 - 遠心模型実験 -

大林組技術研究所 正会員 樋口 俊一

JFE技研 正会員 鈴木 信久

### 1.はじめに

本研究は、断層変位の影響を受ける埋設管の挙動を、地盤の強度や剛性が実物とほぼ同等となる遠心重力場 での模型実験により検証することを目的に実施したものである。本編では遠心重力 50g のもとで実施した、埋 設管の断層変位載荷実験について述べる。

### 2. 埋設管の断層変位載荷実験

断層載荷土槽 遠心重力場で模型地盤に逆断層変位を再現する載荷土槽(図1)を製作した。この土槽は 片側の底版を油圧ジャッキにより所定の角度(本研究では30度)でせりあげ、模型地盤に断層変位を載荷する。

**埋設管模型** 実物として 600A 鋼管を想定し、縮尺 1/50 の模型において荷重-変位関係が満足される埋設管 模型を検討した。図 2 に実鋼管を遠心重力場での相似則(M=1/50<sup>3</sup>、 =50)で縮尺した M- と、載荷試験によ る模型パイプ材の M- を示す。これより実験には実物に近い銅パイプ( =10mm, t=1mm)を選定した。

**端部ばね** 埋設管は延長方向に長いため、地盤と埋設管の周面摩擦による相互作用を考慮し、埋設管模型 片側端部に管軸方向地盤ばねを模擬したばね要素(中空ゴム製:図3)を取り付けた。ばね値は埋設管の断層 変位応答解析モデルによる事前解析から決定し、k=2.35kN/cmとした。

**模型地盤** 模型地盤材料は乾燥岐阜珪砂7号で相対密度90%を目標に振動締固めにより作成した。模型地盤は実物換算表層地盤厚10mとした。

**試験ケース** 表1に試験ケースを示す。埋設管模型(以下、パイプとする。)は土被り 30mm 及び 50mm に埋設した。 試験ではパイプの埋設深さと断層との交差角度をパラメータとした。図4にセンサー配置を示す。

載荷方法 遠心重力 50g を試験体に載荷した状態で模型地盤に断層変位を与えた。乾燥砂地盤であること から変位載荷速度の影響はないものと考え、変位は試験体の変形状況を確認しながら段階的に載荷した。

#### 3.実験結果

**埋設管の変形** 写真1に載荷後の写真を示す。パイプは断層線の上盤側(地盤が持ち上がる側)で、地表に 突出した。試験後に各パイプを掘り出して撮影したパイプの変形形状を写真2に示す。埋設深さの大きいケース1 の方が管軸方向の狭い範囲に変形が集中していることがわかる。表2に写真より読み取った埋設管の変形角を 比較して示す。表中のBおよびLは、B:パイプの持ち上がり高さ、L:下盤側(地盤が止まっている側)の変 曲点から最高点までの距離、であり、B/Lが大きいと埋設管の曲率が大きくなる。表2の整理より、埋設深度 が大きいパイプは埋設深度が小さいパイプよりも、またパイプが断層と直交する場合は、角度を有して交わる場 合よりもそれぞれ曲げ変形が局所的に集中し易いことがわかった。

埋設管の曲げ至分布 図5にケ-ス1とケ-ス3で計測したパイプの曲げ歪分布を示す。図中で赤い点線は断層位置を、図右端(0点)は土槽可動側のパイプ固定点を、数値は固定点から計測位置までの距離(実物換算値: x50)を示す。図中の凡例数値は断層鉛直変位(実物換算:単位m)を示し、各鉛直変位時点におけるパイプの曲げ歪分布を整理した。埋設深さ1.5m(ケ-ス1)と2.5m(ケ-ス3)で歪の極大値の出現位置を比較すると、前者は断層線右側では遠方(右側)にシフトしているが、断層線左側では極大値の位置は両者ともほぼ同じ(30m付近)である。一方、同じ断層鉛直変位(例えばケ-ス1:0.43m、ケ-ス3:0.42m)におけるパイプの曲げ歪の大きさを比較すると、ケ-ス1がケ-ス3よりも大きく、埋設深さが大きい方が曲げ歪は大きくなり、先に検討したパイプ変形形状の傾向と一致することがわかった。

キーワード 断層変位、埋設管、遠心模型実験

·連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所土木構造研究室 higuchi.shunichi@obayashi.co.jp

# 4.まとめ

- ・土被りが大きい埋設管は、地盤拘束力が大きいために曲げ変形が局所的に集中し易い。
- ・土被りの小さい埋設管は、地盤拘束力が小さいために曲げ変形が分散する。

・逆断層と斜交する埋設管は、水平方向の曲げ変形が発生して変形が分散する。



### 図1 断層変位載荷土槽





## 図3 埋設管模型端部支持ばね

表1 試験ケース

ケース	1	2	3	4
埋設深さ(mm)	50 ( 実寸 2.5m )		30 ( 実寸 1.5m )	
パ プ材質	銅	アルミ	銅	銅
交差角度	直交	直交	直交	15 <b>度</b>
ひずみ計測	0	×	0	×

### 表2 埋設管の変形角(最終形状)

ケース	1	3	4		
B (mm)	110	120	125		
L (mm)	100	300	400		
B/L	1.1	0.4	0.31		



写真2 埋設管の最終変形形状

図4 計測機器配置



写真1 載荷後の変形状況



(a) ケース1 (直交: 埋設深さ 50mm)



(b) ケ-ス3(直交:埋設深さ30mm)図5 埋設管の曲げひずみ分布