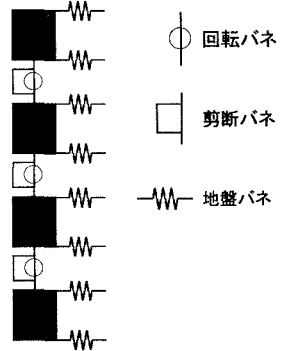


(I-15) 継手部にアクリル系低弾性率接着剤を用いた耐震組立マンホール

電気化学工業(株) 正会員 友澤明央  
 電気化学工業(株) 正会員 高橋 順  
 電気化学工業(株) 安東敏弘  
 電気化学工業(株) 中野辰夫

1. 概要

1995年1月に発生した兵庫県南部地震の被害状況を踏まえて、日本下水道協会から「下水道施設の耐震対策指針と解説」(1997)が示された。この考え方を遵守しつつ、組立式マンホールとしての実態に則した耐震計算手法として、部材接合部を回転バネで表現し応答変位法で評価する方法(図-1)が検討されている<sup>1)</sup>。このような背景から、新たに開発したアクリル系低弾性率接着剤を用いた接着構造継手で、この回転バネモデルに従ってレベル2での耐震評価を行った。本発表では以下の3点の検討結果について報告する。



- (1) 回転バネモデルによる耐震計算をもとにした低弾性率接着剤の開発と樹脂物性の測定。
- (2) 実物マンホールを用いた曲げ試験によるバネ定数の測定と計算値との比較。
- (3) 注水した実物マンホールを用いた曲げ試験による水密性の確認。

図-1 回転バネモデル

2. 実験及び結果

2.1 低弾性率接着剤

(1) 開発の指針

回転バネモデルで重要なパラメータとなるのは、継手接合部の特性となる回転バネ定数(式-1 参照)である。このモデルに従ってレベル2での耐震計算を行うことにより<sup>1), 2)</sup>、接着接合部のバネ定数  $K\theta$  は概ね  $1 \times 10^4$  [kN·m/rad] にすればよいことがわかる。従って、目標とする接着剤弾性率は式-1 より  $0.15$  [N/mm<sup>2</sup>] 程度となる。また、接着剤の伸びは 100% 以上を目標とした。このような力学的特性を満足し、更に環境への影響および実用性を考慮して、環境ホルモン物質(ビスフェノールA)を含まないこと、皮膚刺激性が低いこと、低温硬化性がよいことを指針として、室温硬化型アクリル系低弾性率接着剤を開発した。

$$K\theta = 3\pi r^3 \cdot E_h \cdot B / t \quad \dots \text{式-1}$$

$K\theta$  : バネ定数 [kN·m/rad]       $r$  : 管厚中心半径 [m]  
 $E_h$  : 接着剤弾性率 [N/mm<sup>2</sup>]       $B$  : 接着剤設置幅 [m]  
 $t$  : 接着剤厚 [m]

(2) 接着剤の弾性率および伸びの測定方法

2号(1/2)ダンベル形(JIS K 7113)の試験片を用いて測定を行った。

(3) 接着剤の弾性率および伸びの測定結果

表-1 に示すように、開発した接着剤は目標とした弾性率及び伸びをほぼ満足することがわかった。

表-1 アクリル系接着剤硬化物物性

弾性率 [N/mm <sup>2</sup> ]	0.15
伸び [%]	300

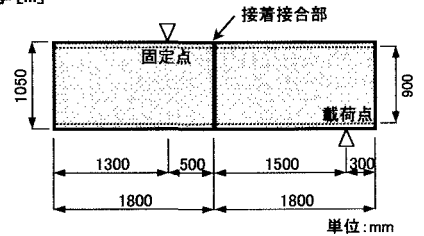


図-2(a) マンホール曲げ試験体

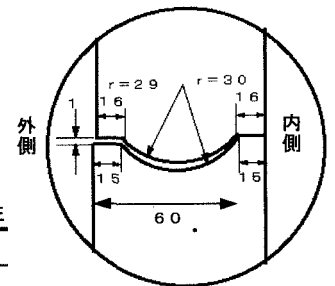


図-2(b) 接合部詳細

キーワード：アクリル系樹脂、組立マンホール、耐震性能

電気化学工業(株)中央研究所 〒194-8560 東京都町田市旭町 3-5-1, Tel 042-721-3630, Fax 042-721-3698

## 2. 2 実物大マンホール（1号マンホール）での曲げ試験

### (1) 試験方法

試験体概要を図-2に示す。接着部の厚さは1mm、接着幅は60mmとした。測定項目は、載荷荷重及び接合部の目開き量である。

### (2) 測定結果（図-3参照）

図-4に測定結果を示す。この目開き-荷重曲線の傾きから式-2に従ってバネ定数を求めた。この結果、バネ定数は $K\theta = 1 \times 10^4$  [kN・m/rad]と得られた。

$$K\theta = \frac{(P - P_0) \cdot L}{d / 2r} \quad \dots \text{式-2}$$

d : 目開き [mm]      P : 目開き d の時の荷重 [kN]

P<sub>0</sub> : 目開きの開始荷重 [kN]

L : 接合部と載荷点の距離 [m]

またレベル2地震動時（N値=2）を仮定した場合の目開き量の数倍程度を目安に繰り返し荷重をかけることで、接合部の弾性を確認した。

### (3) 計算値との比較

異なる弾性率の接着剤を用いて同様に曲げ試験を行い、接着剤弾性率とバネ定数の関係を実験的に求めた結果を図-5に示す。この関係は式-1から求める関係に近いものだった。式-1では接合部の形状因子を考慮していないが、この結果から今回の試験体では形状因子の影響は小さかったと考えられる。

## 2. 3 水密試験

### (1) 試験方法

2. 2の試験で用いたものと同じマンホールを密閉し、注水後加圧して漏水がないか確認した。さらに、接合部を目開きさせた状態でも試験を行った。

### (2) 試験結果

マンホールに注水した後、水圧を0.02N/mm<sup>2</sup>とし、3分後に水圧を確認したが変化は見られなかった。また、この状態からマンホールを曲げて目開きが3mmの状態にしたが、水圧に変化は見られず、接合部から漏水しないことが確認できた。

## 3. まとめ

組立式マンホールの耐震性能を考えるバネモデルにあてはめて、アクリル系低弾性率接着剤を開発した。この接着剤を用いて実物マンホール曲げ試験を行ってバネ定数を求め、式-1から求めたバネ定数とほぼ一致することを確認した。また、この接着剤を用いたマンホールの水密性に問題がないことも確認した。

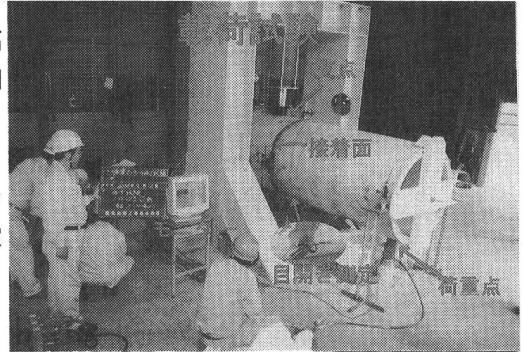


図-3 試験状況

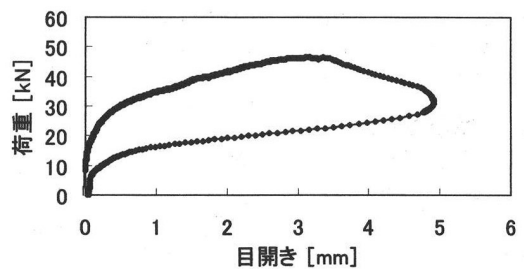


図-4 曲げ試験測定結果

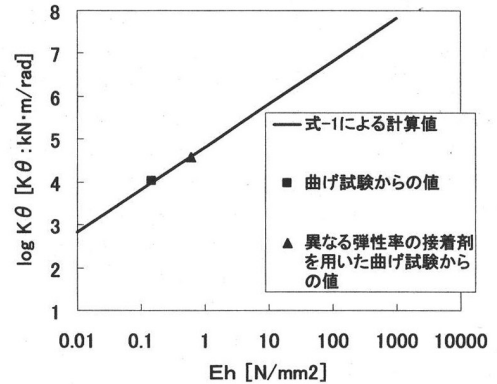


図-5 バネ定数の比較

参考文献 1) 下水道施設耐震計算例編集報告書, 組立式マンホール団体協議会, 2000. 03  
2) コンクリート標準示方書 設計編, (社)土木学会, 1996