

CS-100

弾性ワッシャーを併用したRCカルバートの弾性継手構造と設計解析例

戸田建設 正会員 朝倉 弘明 戸田建設 宮村 孝司
戸田建設 山本 純一 戸田建設 島津 勝則

1. はじめに

軟弱地盤上の埋立地盤や盛土堤体下に埋設される構造物は、地盤の鉛直変位及び側方移動による変位により、局部的な応力集中によるクラック発生やそれに伴う地下水の浸水等が問題となる。これらの問題は、構造物の函軸構造形式の違いによる撓みや軸変位等の変形能力によって発生する場所や現象が異なるため、地盤変状特性を十分に把握した上で、地盤変状に追従できる柔構造の函軸構造形式や継手の構造を検討し、構造物全体の変形能力を向上させる必要がある。特に、継手は、全体系としての躯体変形能力を規定する上で重要な構造物であり、その代表例には、弾性継手、可撓性継手、カラー継手などがある。

本稿は、RCカルバート(場所打ちコンクリート)の弾性継手として、天然ゴム(以下、NRゴムという)に弾性ワッシャーを併用し、この継手に関する設計解析を実施した結果、弾性継手の変形特性(目開き量)や継手間隔について知見が得られたので報告する。

2. 考案した弾性継手の構造

弾性継手は、函体応力を継手部の変位(隣接するスパンの相対変位)に応じて函体へ配分する機能がある。このため、過大な変位の抑制や函体応力の緩和効果が期待できる。剛性函体の場合、一般的には、函体ブロック間の接続部の止水性を確保するため、全スパン緊張による弾性体の構築が考えられるが、今回は、全スパン緊張以外の方法として、各継手毎に弾性ワッシャーを適用した弾性体構築を試みた。この考案した弾性継手の弾性性能を表1に構造概要を図1に示す。

表1. 弾性体の性能

	NRゴム性能	弾性ワッシャー性能
規定圧縮	$\delta = \text{高さ}18\text{mm} \pm 6\text{mm}$	—
接地圧	$\sigma = 0.49 \text{ N/mm}^2$	—
降伏点荷重	—	軸力N = 578.2 kN/個
弾性係数	$E = 7.07 \text{ N/mm}^2$	
せん断弾性係数	$G = 0.63 \text{ N/mm}^2$	

この構造の特徴は、止水性と可撓性を確保した弾性体を構築するため、各継手毎に弾性ワッシャーとボルトで締結して天然ゴム材を圧縮する方法を採用した点にある。

3. 地盤変状に応じた継手の変形特性と継手間隔

3.1 解析条件

①地盤変状及び地盤バネ定数

地盤変位は、二次曲線で近似した。

②弾性体のバネ定数

弾性体のバネ定数は、以下の式¹⁾を適用して推定した。設定値は、図2の解析モデル図に示す。

$$K_v = E \cdot (a \cdot b - a_0 \cdot b_0) / t \quad \cdots \cdots (1) \text{式}$$

$$K_s = G \cdot A / t \quad \cdots \cdots (2) \text{式}$$

$$K_m = E \cdot (a^3 \cdot b - a_0^3 \cdot b_0) / 12t \quad \cdots \cdots (3) \text{式}$$

ここに、 K_v :軸方向バネ定数、 K_s :せん断バネ定数、

K_m :回転バネ定数、 E :ゴム材の弾性係数、 G :ゴム材のせん断弾性係数、 A :ゴム材の支圧面積、 a, a_0, b, b_0 :ゴム材の寸法、 t :ゴム材の厚さである。

弾性継手、地盤変状、継手構造、継手間隔

〒104-8388 東京都中央区京橋1-7-1 戸田建設(株) 土木設計室 Tel:03(3535)1609 Fax:03(3564)0475

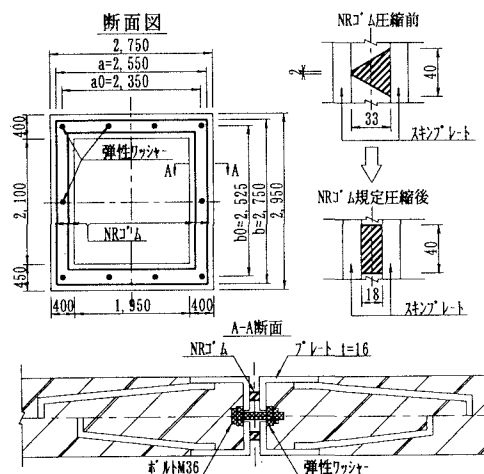


図-1 弾性継手の構造概要

③解析モデル

図1に示す形状を函体モデルとして、継手間隔3m、5m、10mの3ケースを対象にNRゴムの最小規定圧縮量24mmに到達する地盤変位によって生じる函体の曲げモーメントと各継手部における変形量を検討するために、図2に示すような地盤変位等価荷重を作用させた弾性床上の梁を解析モデルとした。

表2. 解析ケース

解析ケース	函体スパン長	地盤変位条件
Case-1	3 m	15m当たりの相対変位量から仮定
Case-2	5 m	
Case-2	10 m	

3. 2 解析結果

1) 変形特性

設定した各解析ケースにおける最大鉛直変位位置における継手応力と水平・鉛直成分を合成した目開き量との関係を図3に示す。この図から次のことが言える。

- ①曲げモーメントと目開き量とは、ほぼ比例関係にある。
- ②変形量 $\delta = M/EI$ と考えれば、 $EI = M/\delta \approx$ 一定の関係にある。
- ③このことは、継手部における挙動が弾性挙動を示しているものとする。この EI を函体と弾性体との等価剛性と考えると、解析上、この EI を適切に評価していくことが解析モデル構築等、合理的な設計を行えるものとする。

2) 継手間隔

継手応力と継手間隔の関係を図4に示す。この図から次のことが言える。

- ①ゴム材が規定圧縮量に到達する最大曲げモーメントと継手間隔とは、ほぼ反比例の関係にあり、継手間隔1m当りの変化量は、約300kN・m/mである。
- ②同一の構造物の継手間隔は、函体に発生する曲げモーメントを指標にして、地盤沈下の特性にあわせた適切な間隔を選定していくことが合理的であるとする。

5. おわりに

RCカルバートへの弾性継手の適用に関して、長期的な地盤沈下における継手に発生する応力と目開き量及び継手間隔の関係を設計の立場から整理した。今後、実際の工事への適用や計測データの収集、フィードバックに努めると共に地震動における地盤変状、等価剛性の評価、函体への応力配分等へ検討の範囲を広げていきたいと考えている。

参考文献

- 1) (財) 国土開発技術研究センター編：柔構造樋管設計の手引き、1998年11月

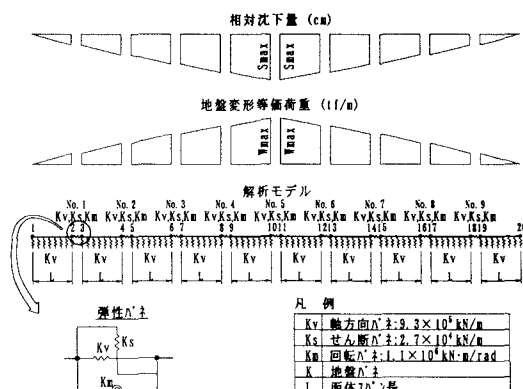


図-2 解析モデル

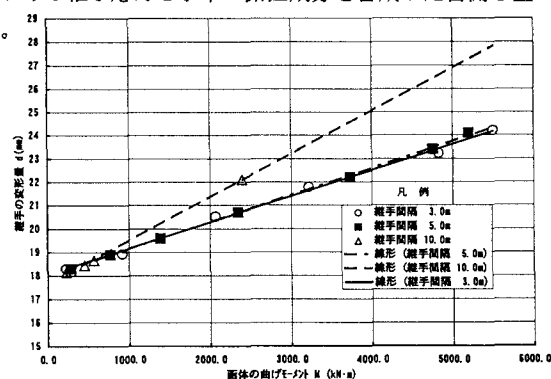


図-3 継手応力と目開き量の関係

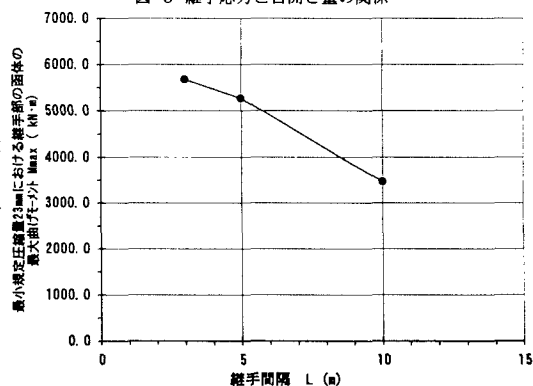


図-4 継手応力と継手間隔の関係