

コルゲートカルバートの施工時の挙動および座屈の検証実験

東京都立大学大学院 学生会員 杉本 悠
 東京都立大学大学院 正会員 土門 剛・西村和夫
 コルゲート・ライナー技術協会 問屋淳二

1. はじめに

本研究が対象とするコルゲートカルバートは、波付けした薄肉の鋼材(コルゲート)を円形に加工した構造物である。基床に設置後、埋め戻すことによって施工される(図1)。これまでは比較的小断面の管路などに使用することが主流であったが、アメリカでは大断面の道路トンネルなどの大規模な断面にも適用されている。一方、日本では、大断面コルゲートカルバートの本格的導入のため、試験施工、実験と併行してマニュアル作成を進めている。

既往の研究では、本構造物は埋設完了時には軸応力が卓越することが確認されており、座屈の検証が必要となる。しかし、地盤中にない場合の座屈軸応力式は提案されているものの、地盤内で地盤反力を受ける場合には挙動が複雑であることもあって座屈判定式などは提案されていない。既往の研究において、地盤反力により座屈耐力は飛躍的に向上することは定性的に確認されているが、これらの更なる検証は実規模では難しい。また、補強材として用いられているリングビームの効果についても実験により明確に実証されていない。

そこで本研究では、模型を使用した実験室規模での埋設実験および座屈検証実験を行い、リングビームの作用効果および座屈時の断面力・モードを調べる。本報告では、第一段階として埋設実験について報告する。この結果を、先に行われている実規模埋設実験のデータと比較することで、モデル化の妥当性についても検証した。

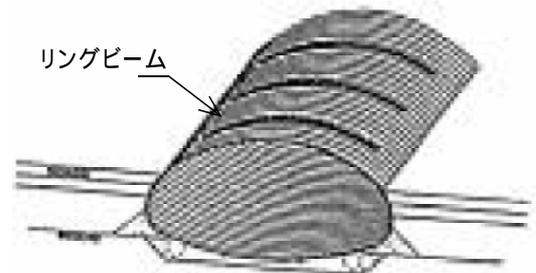


図1 コルゲートカルバート概略図

2. 埋設実験概要

2.1 地山および構造物モデル

実験は地山および構造物模型ともに奥行きを 100 mm の二次元モデルとした。地山モデルにはアルミ棒(径 1.6 mm と 3.0 mm のものを重量比 3 : 2 で混合)を、構造物モデル(長径 215 mm、短径 124 mm の楕円形、厚さ 0.2 mm)には波付けされていない純アルミ部材を使用した。また、天端から肩部にかけて取り付け補強材のリングビームの効果確認のため、リングビーム有りと無しの 2 モデル用意した。

2.2 実験方法

埋設は、設置から天端までは 10 mm ずつ左右交互に、天端からも 10 mm ずつ土被 70 mm(長径の 1/3)まで行う(写真1および2, 表1)。その間、応力算出用に模型に配置したひずみゲージ(20 個所の裏表で計 40 個)でひずみを記録すると同時に、模型に配置した 20 個の評点を高解像ビデオで追跡し、模型の変形を確認する。



写真1 埋設前

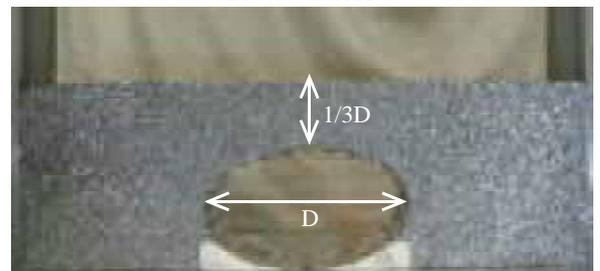


写真2 埋設完了時

キーワード コルゲートカルバート、座屈、リングビーム、模型実験

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1 - 1 東京都立大学大学院 TEL:0426-77-1111

3. 実験結果および考察

3.1 変形状況

リングビーム無しモデルでは、模型の頂部付近の上方変位が進み、天端まで埋設した直後に地山に押し込まれる形で変形した両肩部から曲げ破壊が生じた。リングビーム有りのモデルでは、曲げによる破壊は起こらず、埋設は完了した。リングビームの有無で頂部変位を比較すると(図2)、リングビーム有りでは埋設が天端付近で上方変位がピークに達し、その後は下方に変位し、埋設完了時には埋設前の位置付近まで戻っており、リングビームによる変形の低減効果が表れている。

3.2 断面力

図3および図4は、それぞれリングビーム有りのモデルの曲げ応力および軸応力の埋設ステップによる変化を示している。

曲げ応力は埋設の段階が天端付近の時にピークに達し、その後は減少、または、ほぼ一定となっている(図3)。軸応力は徐々に増加するが、特に天端から埋設完了までの増加が著しい(図4)。

リングビーム有りのモデルでは、天端部の曲げ応力・軸応力共に低い値を示している。補強材のリングビームが効果を発揮している。一方、肩部の軸応力は、リングビーム無しモデルと比べて、厳しく出ている。リングビームの変形抑制作用の影響と考えられる。

4. まとめ

リングビームに期待される曲げモーメントと変形の低減効果を確認できた。

また、頂部の変位(天端まで上方に変位、その後、下方に変位)および断面力の全体傾向(天端まで埋設後、曲げは減少か一定、軸力は卓越)が、リングビーム有りのモデルでは、実規模埋設実験のデータとよく対応した。また、同じ条件で実験を繰り返したところ、再現性を確認できた。したがって、コルゲートカルバートの埋設時挙動の検証を行うためのモデル化は妥当である。

5. 今後の課題

次の段階として、地山モデル上面に荷重を全載することにより座屈実験を行う。また、それと平行して、DEM(個別要素法)による解析を行う。そして、これらの実験および解析による結果から、地盤反力を考慮した座屈判定式を構築する。

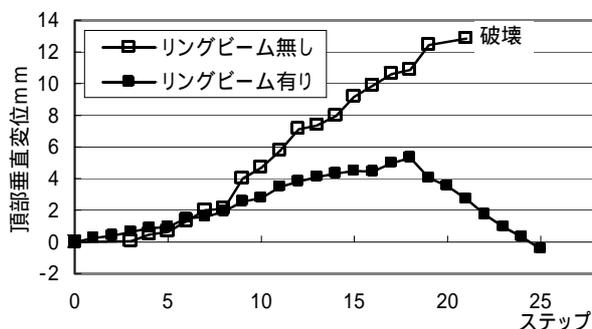


図2 頂部垂直変位

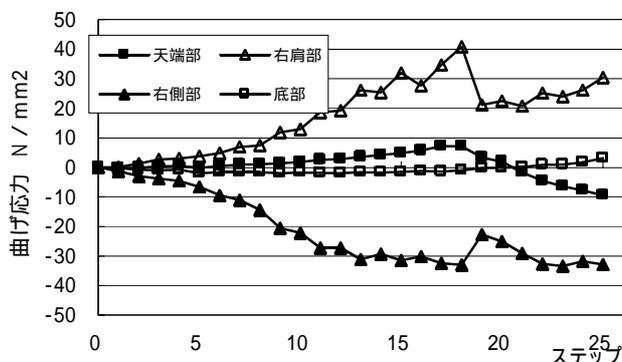


図3 曲げ応力

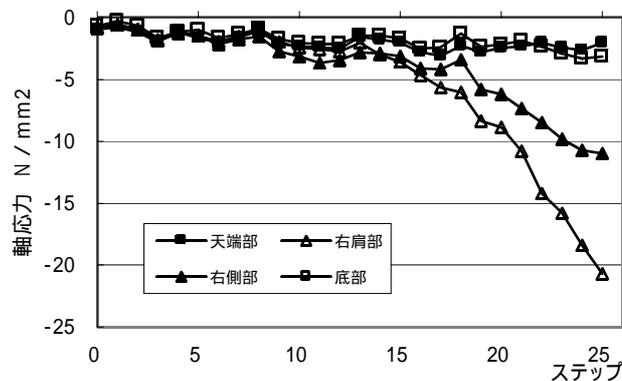


図4 軸応力