

コルゲート 2 形用山谷兼用ボルトの開発（性能確認試験）

日鉄建材株式会社 正会員 ○藤本雄充

日鉄建材株式会社 正会員 大高範寛

早稲田大学 正会員 小泉 淳

1. はじめに

水路などに用いられるコルゲートパイプ（以下、CP と記す。）は、隣り合うシートを重ね合わせ、ボルトで締結する構造である（写真-1）。近年、施工時間の制約や労働力不足の観点から、CP の組立て時間の短縮への要望が挙がっている。CP2 形用のボルトは山用と谷用のボルト 2 種類（図-1）を使い分ける必要があり、これが施工手間となっていた。そこで、工期の短縮や施工性の向上を目的に締結材の開発を行った。ここでは、新しい締結材の概要と性能試験結果について報告する。

2. CP2 形用新ボルトの概要

山部と谷部が 1 種類のボルトで締結できる山谷兼用の新しい締結材（「ユニボルト」と呼ぶ）は、その形状特性から見る角度によってボルト頭部の形状が異なる仕様となっている（図-2）。これまでは山用と谷用とを使い分けて施工していたため、使用箇所を誤ることがあり、数量もそれぞれ計上されるため、管理も煩雑となっていた。ユニボルトを用いることで、1 種類のボルト（亀座金は向きを反転させる）で施工可能となり、間違えることなく簡単にボルト締結作業ができるようになった。

3. 試験概要

CP は地中部に設置されることで土圧を受け、円周方向に軸力が発生し、ボルトを介して隣接するシートに荷重を伝達させる構造である。その特性上、ボルトの強度が重要となる。ユニボルトはボルト頭部の形状と角座金の形状が標準と異なるため、標準に用いられている山用および谷用ボルトとせん断によるシートの軸力伝達性能について同等の耐力を有していることが CP の性能を維持させるために必要となる。また、ボルトの種類が減ることで、どの程度の施工手間の削減や施工管理の簡素化ができるかを確認するために、以下の試験を行った。

1) 締結部の単体引張試験

試験は CP シートの 1.5 ピッチ（225mm）分を切り出した要素で実施した。実際に使用する際には、CP に作用する応力度は圧縮となるが、座屈の影響を排除するため、便宜上ボルト部の引張試験を行うことでせん断の応力伝達性能を評価することとした。CP の板厚によって使用するボルトおよび配列が変わるため、ボルトの強度、配列の違いのケースについて試験を行った。



写真-1 コルゲートパイプ外観

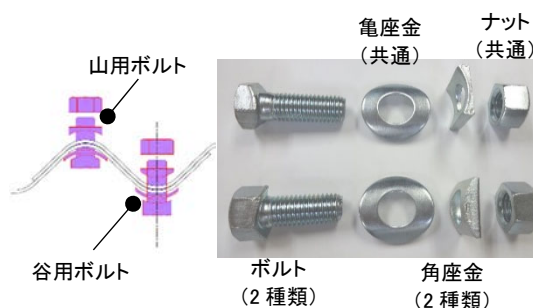


図-1 標準ボルト(山用・谷用)の構成

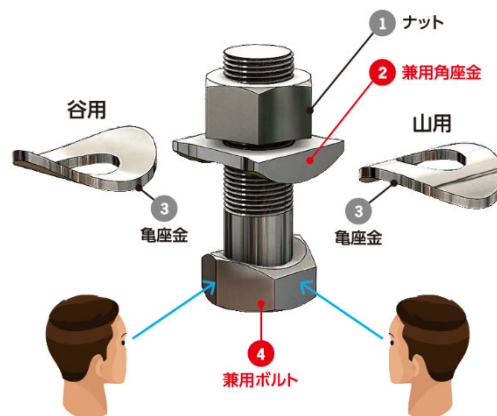


図-2 ユニボルトの構成概要



写真-3 4.6 引張試験体



写真-4 8.8 引張試験体

キーワード コルゲートパイプ、兼用ボルト、継手、引張試験、施工試験、施工性

連絡先 〒101-0021 東京都千代田区外神田 4 丁目 14-1 秋葉原 UDF 日鉄建材株式会社 TEL 03-6625-6250

配列の異なるパターンの試験モデル例を写真-3, 写真-4 に示す。
なお、荷重は単調載荷で荷重低下が確認できるまで載荷を行った。

2) 実物大 CP を用いた施工性の確認試験

写真-5 に試験施工の状況を示す。試験は、φ 1,500mm、延長 6.0m の CP2 形を用いて行った。CP のシート構成は 1 周 4 枚構成（上下 6 ピッチシート、左右 3 ピッチシート）となり、試験で使用したボルトは、標準ボルトの場合が 2 種類で 392 本（山用 231 本、谷用 161 本）、ユニボルトは 1 種類で 392 本である。施工は CP の組立てが未経験の業者により実施したため、施工の慣れの影響をなくすため、まず組立て練習を実施し、その後、十分に慣れた状態で施工速度を比較した。

4. 試験結果

1) 締結部の単体引張試験

ボルトの強度区分 4.6 の荷重-変位図を図-3、強度区分 8.8 の荷重-変位図を図-4 に示す。なお、今回の試験体の選定においては、強度区分ごとの最小と最大の板厚を用いた試験を行うことで、中間の板厚については試験を省略した。変位量 10mm 程度までは、ボルトをボルト孔の中心に設置した状態から引張試験を実施したため、クリアランスがなくなって支圧が作用するまで、滑っている状況がわかる。本引張試験では、シートの孔周りが支圧によって変形した後、支圧によってシートの孔端部が裂けることによっていずれのケースにおいても試験荷重の低下が確認された。表-1 に示すとおり、最大荷重はシートの板厚に比例して大きくなり、ボルトの違いによる差異は確認されなかった。標準のボルトと同様に、ユニボルトでもボルト軸部で荷重を受けおり、両者の荷重の伝達機構に違いがないことが確認された。これらの結果からユニボルトの継手の引張耐力は従来のものと同様に十分な安全性を確保していることが確認された。

2) 実物大 CP を用いた施工性の確認試験

組立ては作業員 3 名で行った。試験結果は表-2 に示すとおりで、標準ボルトで行った時の組み立て時間は 290 分、ユニボルトの時は 245 分となった。結果として、ユニボルトの施工時間は従来のものに比べて 15%向上していることがわかった。

5. まとめ

新たに開発した CP2 形用の山谷兼用締結材「ユニボルト」は、標準ボルトと同等の耐力を有したうえで、施工性が向上することが確認された。したがって、「コルゲートメタルカルバート・マニュアル」¹⁾ に基づく標準的な設計法がユニボルトにも適用できることになった。また、今回と同様な施工条件であれば、標準ボルトと比較して 15%の施工性の向上が見込まれるとともに、ボルトが 1 種類になるため、施工ミスが起こりにくく、手戻りが生じないことも確認された。なお、施工性は現場環境などの影響を受けやすいため、今後は現場でのデータの収集を行い、ユニボルトを適用した場合の歩掛りをまとめていく予定にしている。

参考文献： 1)地盤工学会 コルゲートメタルカルバート・マニュアル 第 3 回改訂版、1997 年制定



写真-5 実大施工性確認試験

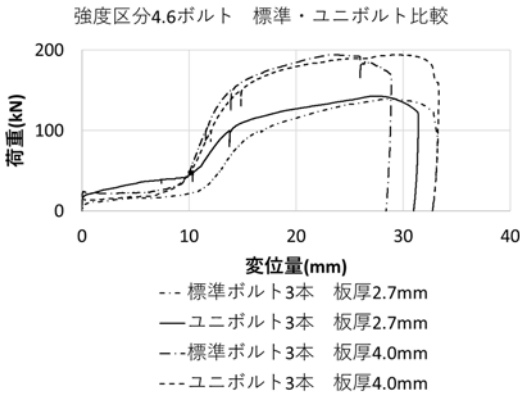


図-3 強度区分 4.6 ボルトの荷重変位グラフ

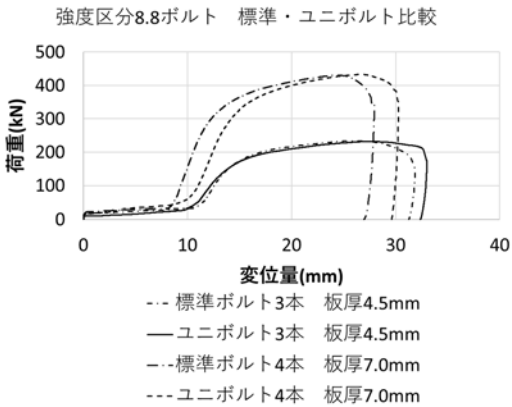


図-4 強度区分 8.8 ボルトの荷重変位グラフ

表-1 各ケースの最大荷重一覧

	ボルト3本			ボルト4本
	板厚2.7mm	板厚4.0mm	板厚4.5mm	板厚7.0mm
	強度区分4.6			強度区分8.8
標準ボルト	139.5 kN	194.3 kN	233.8 kN	430.8 kN
ユニボルト	143.0 kN	194.5 kN	232.3 kN	433.0 kN

表-2 ボルトごとの組立時間結果

	標準ボルト	ユニボルト
施工時間	290 分	245 分