

Ⅲ-B122 ウイング（凸形）セグメント実物大載荷試験（その4）

——軸力導入継手曲げ試験——

西松建設 正会員 三戸憲二*1 東京都立大学 正会員 今田 徹*2
東京都立大学 正会員 山崎良一*2 西松建設 正会員 山崎 宏*1

1. はじめに

せん断キーせん断試験¹⁾で、ウイングセグメントの継手面はせん断力に対し十分なせん断耐力を有しており、せん断剛性も高いことを確認した。しかし、既に行った継手曲げ試験²⁾では、継手に作用する軸力が小さかったため、実応力レベルに比べてせん断バネが過小評価となっている傾向がうかがえた。また、リング載荷試験では、実応力レベルにおけるウイングセグメントリングの挙動は確認できたものの、試験が大がかりになるため不経済である。そこで、実応力レベルでの継手の挙動を確認するためのリング載荷試験に代わる簡易な試験方法として、軸力を積極的に導入した継手曲げ試験を実施した。本報では、軸力導入継手曲げ試験で得られた継手の変形特性、強度特性、曲げモーメント分担率、ならびに添え梁モデルによる理論解と実験値との比較について報告する。

2. 試験概要

ウイングセグメントおよび比較対象としている従来形セグメントの仕様は、実物大載荷試験（その1）に準じた。継手曲げ試験の概要図を図-1に示す。試験は、2体の供試体をボルト締結し、支承スパン4.22m、載荷スパン0.90mの2点集中載荷、水平方向はP C鋼棒をセンターホールジャッキにて緊張することで載荷した。載荷ピッチは、許容荷重までは軸力と曲げモーメントの比が一定となるようにし、許容荷重以降は軸力を一定にして曲げモーメントを増加させるように載荷した。

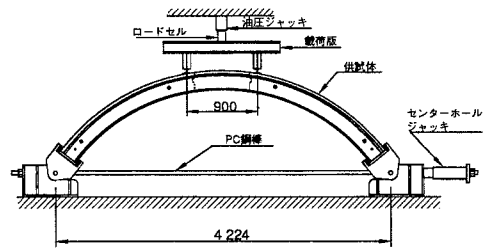


図-1 試験概要図

3. 結果および考察

(1) 強度特性

これまでにに行った継手曲げ試験と併せて結果を表-1に示す。設計許容値は、従来形セグメントの継手部と本体部の許容値の平均値としている。また、part-2の試験は、part-3の治具を用いた試験であるが、水平方向はセンターホールジャッキを用いずに支承間をP C鋼棒でつないで軸力を導入した。いずれの試験でも、許容値に対する破壊時の安全率が計算値を上回っていることから、ウイングセグメントは実応力レベルにおいても千鳥組みされた従来形継手と同等の継手耐力を有していることが確認された。

(2) リング載荷試験との比較

軸力導入継手曲げ試験とリング載荷試験におけるボルトのひずみの変化を図-2に示す。リング載荷試験

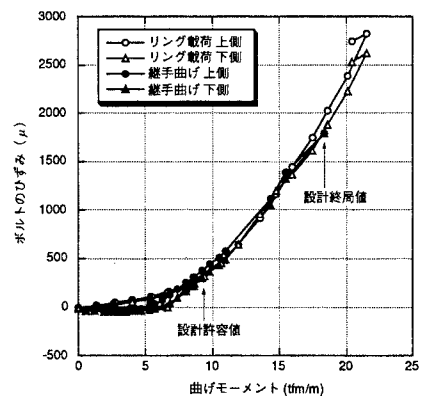


図-2 ボルトのひずみの変化

キーワード：シールドトンネル、セグメント、コストダウン、継手曲げ、軸力

* 1) 東京都港区虎ノ門1-20-10 TEL 03-3502-7638 FAX 03-3502-0221

* 2) 東京都八王子市南大沢1-1 TEL 0426-77-1111 FAX 0426-77-2772

表一 継手曲げ試験結果一覧表

		Part-1		Part-2		Part-3	
		設計値	実験値	設計値	実験値	設計値	実験値
軸力 (tf/m)		1.33		37.5		37.5	
曲げモーメント (tfm/m)	許容値	6.01	—	9.25	—	9.25	—
	終局値	14.8	16.3*	18.2	19.3*	18.2	18.4
安全率		2.46	2.72	1.96	2.09	1.96	1.99

*：終了時のボルトのひずみから、破壊時の曲げモーメントを算出したものである。

では軸力を先行して導入しているが、軸力が等しくなった許容荷重以降は同様の傾向を示している。このことから、実応力レベルの継手の挙動を、軸力を制御した継手曲げ試験で表現できると言え、本試験方法の妥当性が確認された。

(3) 添え梁モデルによる理論解と実験値の比較

ウイングセグメントの継手の挙動を把握するために、図-3に示すようにウイング部を片持ち梁として、2つの片持ち梁が互いに回転バネとせん断バネで接続された「添え梁モデル」を考案した。継手の回転角について、実験値との比較を図-4に示す。曲げモーメントの増加の影響とそれに伴うせん断バネの低下により、終局状態では理論値と実験値は異なるが、許容レベルまでは良く似た傾向を示しており、添え梁モデルでウイングセグメント継手の挙動が表現できることが確認された。

(4) 曲げモーメント分担率

ボルトの曲げモーメント分担率について、添え梁モデルによる理論値と計測データを基に算出した実験値を図-5に示す。なお、実験値については、載荷初期段階では初期締結力の影響でボルトのひずみが微少であったため、継手が目開きした後の結果をプロットしている。これより、継手が目開きした状態では、分担率は僅かであり、せん断キーが有効に作用していることが分かる。また、理論値に比べ実験値の分担率が小さい。せん断試験で、せん断バネ定数設計値より継手のせん断剛性が高かったことから、ウイングセグメントはせん断キーの剛性および耐力を向上させることで、ボルトへの負担の減少、継手全体の剛性および耐力の向上が可能と考えられる。

4. 結論

軸力導入継手曲げ試験により、ウイングセグメント継手は、千鳥組みされた従来形継手と同等の継手耐力を有していることが確認された。また、その試験法および「添え梁モデル」の妥当性が確認された。

最後に、本試験にあたって御協力いただいた、ジオスター(株)加瀬明氏、藤野豊氏、岩田和実氏に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 今田徹、他：ウイング（凸形）セグメント実物大載荷試験（その3） 投稿中
- 2) 今田徹、他：凸形セグメント実物大載荷試験（その1）、土木学会第51回年次講演会概要集Ⅲ-B pp.254-255

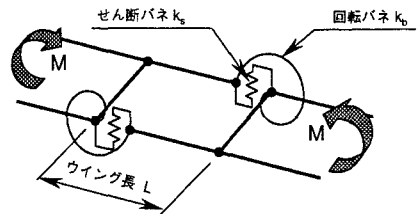


図-3 添え梁モデル

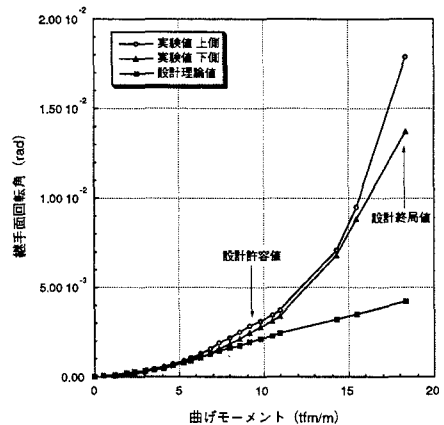


図-4 継手面の回転角

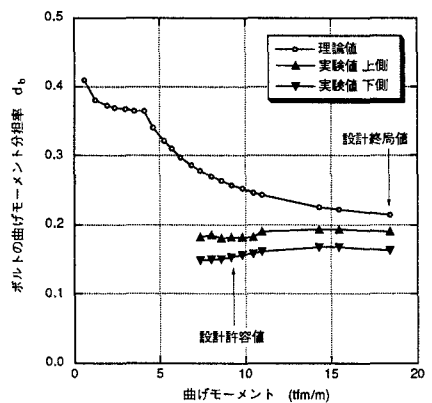


図-5 ボルトの曲げモーメント分担率