

III-B 140 ダクトイルセグメント用 AS ジョイント(トンネル軸方向挿入型継手)の開発(その2)ー継手曲げ試験ー

帝都高速度交通営団 正会員 石川幸彦
 メトロ開発(株) 正会員 渡邊 健
 (株)クボタ 正会員 鬼橋保祐○青木敏行 豊富俊文

1. はじめに

近年、シールドトンネル用セグメントは、自動組立、急速施工などのニーズが高まり、従来のボルト締結方式に変わる新しい継手構造の開発が急務となっている。筆者らは、ダクトイルセグメントのセグメント継手構造として、トンネル軸方向に楔形継手金物を挿入する「AS ジョイント」の開発に着手し、その構造性能確認試験を実施してきた。本報では、このうち継手曲げ試験の結果を中心に報告する。

2. 継手構造の概要

トンネル軸方向挿入型(Axial Slide; 以下 AS と呼ぶ) 継手構造は、セグメント継手に適用される。AS ジョイントには2つの方式があり、AS 金物の挿入方法、向きにより、図-1に示す AS 先付け方式と、図-2に示す AS 後付け方式に区分される。先付け方式は、AS 金物をセグメント

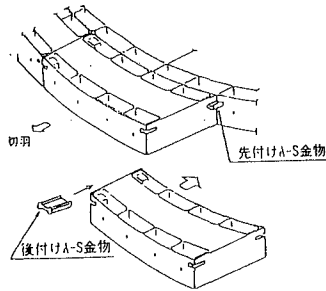


図-1 AS 金物先付け方式

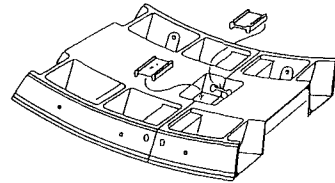


図-2 AS 金物後付け方式

に予め取り付けしておく方式でセグメント組立に特別の治具を必要としない。後付け方式は AS 金物挿入時にプレストレスを任意に導入することができ、更に増し締めが可能である等の特長がある。

3. 継手曲げ試験概要

試験供試体は、AS 先付け、後付け方式の平板状セグメントとし、比較材を同形状のボルト締結方式セグメントとした。供試体の基本寸法は、厚さ 350mm、幅 1200mm、長さ 1750mm である。図-3に各供試体の継手部の寸法を示す。AS 金物のセグメント厚さ方向に対する取付位置は、継手剛性に与える影響を調べるために、AS 先付け方式供試体に対して3水準設定した。試験供試体の種類と継

表-1 試験供試体の種類と継手部の抵抗モーメント

種類	AS 金物の位置 (内側：外側)	継手部の抵抗モーメント(tf・m)	
		正曲げ	負曲げ
AS 先付け方式	7：7	11.8	11.8
	6：8	13.4	10.1
	5：9	15.1	8.4
AS 後付け方式	5：9	15.1	8.4
ボルト方式		15.2	8.5

表-2 使用材料 (kgf/cm²)

	材質	引張許容応力度	引張強さ
供試体セグメント	FCD500	1600	5100
A-S 継手金物	FCAD900-8	2000	9200

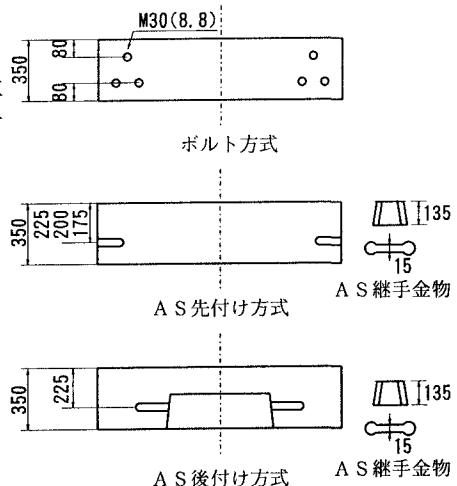


図-3 各供試体の継手部の概略寸法

(帝都高速度交通営団複線トンネル桁高350型に準拠)

手部の抵抗モーメントを表-1に示す。また、使用材料を表-2に示す。継手へのプレストレス導入値は、引張許容応力度の80%とした。実験は図-4に示すように、軸力（圧縮及び引張）が導入できる装置を用いて、正曲げ、負曲げの単純載荷を行った。

4. 試験結果

4.1 AS金物発生歪及び強度

図-5に設計断面力時のAS金物ウェブ発生歪を示す。表-3に破壊試験の結果を示す。設計断面力時におけるAS金物ウェブの発生歪は、AS先付け、後付け方式とも何れの軸力においても計算値にほぼ一致した。破壊はAS金物で生じ、その時の荷重は、許容応力度相当の約5倍であり十分な強度を有していることが確認された。

4.2 継手回転剛性

AS継手位置5:9はボルト方式と同等の抵抗モーメントであるが、継手剛性は図-6に示す様に正曲げと負曲げで差が生じた。図-7にAS金物のセグメント厚さ方向の取付位置と回転バネ定数との関係を示す。AS金物の位置が7:7のものは、正曲げ、負曲げともボルト方式とほぼ同じ値であった。

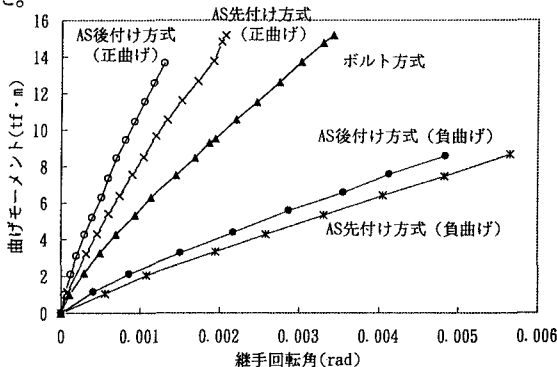


図-6 継手回転角と曲げモーメントの関係
(継手位置 5:9) (軸力: 0tf)

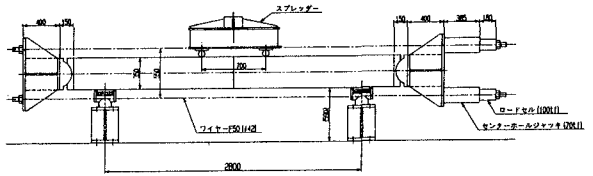


図-4 継手曲げ試験要領

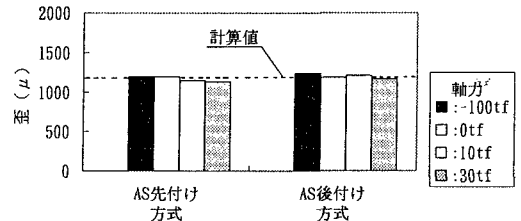


図-5 設計断面力時のAS金物の歪
(プレストレスを含んだ値)

表-3 破壊試験結果 (軸力: 10tf)

種類	設計荷重 P	破壊荷重 P	P'/P	破壊箇所
AS 先付け方式(5:9)	25.5 tf	119 tf	4.7	AS 継手金物
AS 後付け方式	25.5 tf	124 tf	4.9	AS 継手金物
ボルト方式	25.6 tf	121 tf	4.7	継手板

種類	設計荷重 P	破壊荷重 P	P'/P	破壊箇所
AS 先付け方式(5:9)	12.7 tf	66.3 tf	5.2	AS 継手金物
AS 後付け方式	12.7 tf	69.6 tf	5.5	AS 継手金物
ボルト方式	12.9 tf	77.2 tf	6.0	継手ボルト

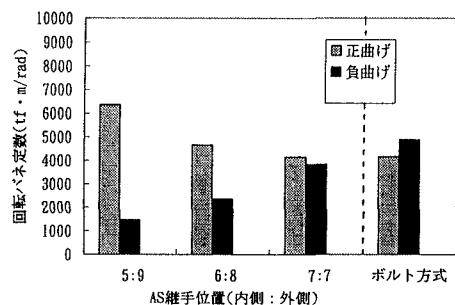


図-7 AS先付け方式の継手位置と回転バネ定数
(軸力: 0tf)

5. おわりに

以上の実験結果により、本継手の強度、剛性が従来のボルト締結方式と比べて遜色のないものであることを確認するとともに、設計上の留意点も把握することができた。今後は、3次元FEM解析等の検討を加え、ASジョイントの設計法の確立を目指す予定である。

最後に、本開発を行うにあたり貴重な御意見、御指導をいただいた早稲田大学 村上名誉教授ならびに小泉教授に謹んで謝意を表します。

【参考文献】1) 石川他、ダクタイルセグメント用トンネル軸方向挿入型継手構造の開発(その1)、土木学会第50回年次大会学術講演会 1995.9