

ワンタッチで接合可能な高耐力 AGF 工法の開発

(株)大林組 正会員 ○伊藤 哲 正会員 木梨 秀雄
正会員 畑 浩二 正会員 神谷 信毅

1. はじめに

AGF 工法は、トンネル天端部地山の安定性を確保するための長尺鋼管フォアパイリングの一種であり、このうちもっとも多用され代表格となっている。本研究では、従来のネジ継手に替えてワンタッチで接合可能な新しい継手を開発した。この継手の曲げ耐力はネジ継手より大きく、素管の肉厚を現在一般的に用いられている 6mm から 4.2mm へと薄肉化(軽量化)した。すなわち、従来の AGF 工法において構造上の弱点であった継手部の耐力を高め、かつ素管の耐力を継手部と同等とすることで、AGF 鋼管全体の実質曲げ耐力を平均化した。したがって、このワンタッチ式継手と薄肉化(軽量化)の採用により、作業性の向上およびコストダウンを目指した。以下では、AGF 鋼管の曲げ耐力の問題点を述べた上で、AGF 鋼管と継手部の曲げ耐力試験および新工法の現場実証試験結果について述べる。

2. AGF 鋼管の曲げ耐力に関する問題点

通常よく用いられる AGF 鋼管(STK400)は、外径 114.3mm、肉厚 6mm で、単位長さ約 3m の鋼管 4 本をネジ継手で接続するものである。打設はトンネル現場に常備されているドリルジャンボで行われることが多く、セメント系またはウレタン系材料を注入している。鋼管の外径は 101.6mm のケースもあるが、ネジ継手加工後の肉厚が薄くなり、曲げ耐力が低下するため、実際の現場ではほとんど適用されていないのが現状である。したがって、鋼管外径 114.3mm、肉厚 6mm が実用的な仕様となっている。換言すると、ネジ部の加工による鋼管の残肉の限界から肉厚を 6mm 以上とする必要があった。

不良地山での切羽崩落時に AGF 鋼管がネジ部で曲げ破壊を起こしているケースが少なくない。宮村ら¹⁾は切羽崩落での AGF 鋼管応力計測から、鋼管の曲げ応力(縁応力)が最大 150N/mm² まで達した後に、切羽の崩落が発生していることを指摘し、鋼管の引張強度 400 N/mm² に対してネジ部の耐力が素材部の約 4 割しかないことを明らかにしている。

以上のことから、AGF 鋼管の曲げ耐力はネジ部で規定されることがわかり、設計においても本来ネジ部の曲げ耐力を考慮して計算されるべきであると考えられる。そこで、本研究では素管部と継手部の曲げ耐力の均衡を図った。

3. ワンタッチ継手式 AGF 工法の概要

AGF 鋼管の端部に凸部(図-1)、継手部(鋳物)には L 型の凹部(図-2)を設けた構造である。

ワンタッチ継手式 AGF 接続方法の模式図を図-3 に示す。AGF 鋼管を継手部に挿入しパイプレンチ等で約 1/16 回転させることで容易に接合できる。継手部には逆転防止部を設けており、接続後は鋼管と継手が外れない構造である。また AGF 鋼管の肉厚を従来の 6mm から 4.2mm に薄肉化した。これにより継手を含む鋼管重量が従来より約 20%軽量化でき、コストダウンおよび施工性の向上が可能である。

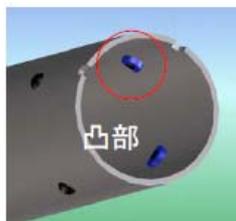


図-1 AGF 鋼管の端部



図-2 継手部(鋳物)

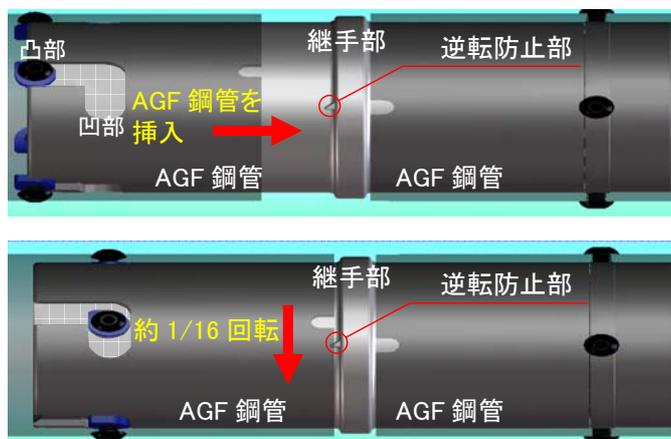


図-3 ワンタッチ継手式 AGF 接続方法の模式図

キーワード ワンタッチ, 継手, AGF, 高耐力, 薄肉化, コストダウン

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2 丁目 1 5 - 2 品川インターシティ B 棟 TEL 03-5769-1319, 1320

4. 曲げ耐力試験

室内において新工法と従来 AGF の曲げ耐力試験を実施した。試験ケースを表-1 に示す。従来のネジ式 AGF および本開発のワンタッチ式 AGF に関し、各々素管部と継手部で試験を実施して比較検証した。曲げ試験は高剛性圧縮試験機(MTS815、最大荷重 150tf)により 4 点支持で実施した(図-4)。荷重は 1mm/min の変位制御とした。

表-1 曲げ耐力試験ケース

1	従来式	素管部	肉厚6mm	N=3本
2		継手部	ネジ式	N=3本
3	ワンタッチ式	素管部	肉厚4.2mm	N=3本
4		継手部	ワンタッチ式	N=6本

試験結果を表-2 および図-5 に示す。曲げ耐力試験より以下の結果を得た。

- ・従来のネジ継手部曲げ耐力は 12kNm であり素管部(6mm)の曲げ耐力 31kNm の 38%しかなく、宮村ら¹⁾の指摘と整合する。ネジ継手部は 12kNm で急激に破壊に至る。
- ・ワンタッチ式継手部はネジ式継手の耐力を超えても荷重が増加し、素管部(4.2mm)と同等の耐力まで粘る。

表-2 曲げ試験結果

	外径mm	断面積	断面係数	曲げ耐力 kNm [※]	
				素管部	継手部
従来式 AGF	φ114.3	20.41	52.5	31	12
	t6.0				
ワンタッチ継手式	φ114.3	14.52	38.6	20	21
	t4.2				

※ 曲げ耐力は、載荷荷重を曲げモーメントに換算して算出した

5. 現場における実証試験

当社の山岳トンネル工事現場において、開発したワンタッチ継手式 AGF 鋼管の実証試験を実施した(写真-1)。当該地山は、マサ化した強風化花崗岩で変形係数 E=52.5MPa 程度である。試験はトンネル切羽にてL=12mを3本打設した。通常の AGF と同様、ドリルジャンボにより打設し、注入材はプレミックスモルタルを用いた。

実証試験の結果より、従来工法に比べ継手部の接続の施工性が向上した。また、鋼管の軽量化により作業員の負担が軽減し、作業効率も向上した。削孔時の排泥に関しても、従来の AGF と比べて特に問題点はなかった。

6. おわりに

本研究の結論を以下に述べる。

- ・ワンタッチ継手式 AGF の継手部曲げ耐力は、21kNm と従来のネジ式継手部 12kNm の約 1.7 倍に向上した。また、ワンタッチ式 AGF は継手部と鋼管素管部の曲げ耐力がほぼ同等の約 20kNm であり、材料耐力のバランスを図れた。
- ・材料全体の重量を約 20%軽量化することで、作業性の向上および従来工法より 20%のコストダウンが図れる。

なお、本研究は新日本製鐵(株)、東尾メック(株)、(株)ティーエムシーとの共同である。

参考文献

1) 宮村憲正, 高橋忠成, 樋口敏一:小土被り部の掘削における崩落及び原因と対策工, 臨床トンネル工学, 特集号 4, pp.89-101, 2009

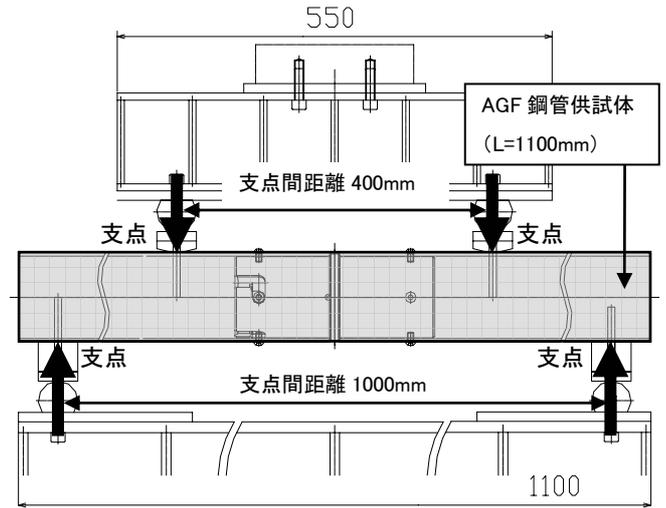


図-4 曲げ試験の概要図

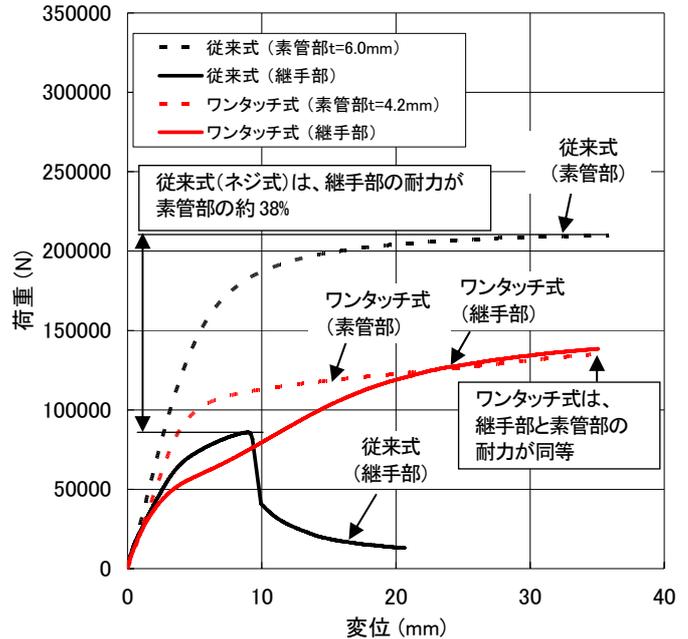


図-5 曲げ試験結果(荷重変位曲線)



写真-1 現場実証試験状況(鏡面、n=3本)