

## MMST構造におけるせん断補強筋の定着形状に関する実験

首都高速道路公団 正会員 荒川 太郎, 相川 智彦, 高橋 邦博  
 大成建設株式会社 正会員 服部 佳文, 佐藤 充弘

### 1. はじめに

現在、高速川崎縦貫線本線トンネルの実施工をMMST工法（Multi-Micro Shield Tunneling Method）により行っている。MMST工法は、複数の小断面矩形シールドマシンを掘進し、単体トンネルを構築する。単体トンネルの施工完了後、鋼殻（矩形の鋼製セグメント）を一部撤去し、単体トンネル間の土砂掘削、配筋及びコンクリート打設を行い、単体トンネル同士を接続する。この作業を順次繰り返し、外殻部の躯体を構築したのち、立坑より内部土砂を掘削して大断面のトンネルを構築する工法である。

さて、MMSTは、通常のRC構造物における主鉄筋の役割を、鋼殻の主桁が担う構造物である。せん断力については、鋼殻同士を拘束する鉄筋を配置する。その定着構造については、直接主桁に結合する定着ナット方式、また曲げフック（半円形、直角）方式が考えられる。

そこで、定着ナット方式、半円形フック方式及び直角フック方式の引張試験による比較実験を行い、その定着性能の効果及び有用性を検討した。

### 2. 実験概要

実験は、「2002年制定コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]：平成14年3月, 社団法人 土木学会」及び「コンクリートライブラリー第49号 鉄筋継手指針：昭和57年2月, 社団法人 土木学会」に準じ、常時段階、及びレベル1・レベル2地震時段階を再現して、鉄筋定着形状をパラメータとして行った。準拠基準によれば、鉄筋の引張降伏強度までを対象とした場合、基本定着長あるいは標準フック（以下半円形フックとする）の規定に従えば一般に十分な定着が確保されると記述されている。

そこで、半円形フックに対して、直角フック及び定着ナットが、要求される性能項目を満足し、かつ半円形フックの性能と同等であるかどうかを引張試験により確認する。照査方法は、静的耐力及び高応力繰返し耐力の2項目について行う。試験供試体を図1に、照査項目及実験ケースを表1、表2に示す。

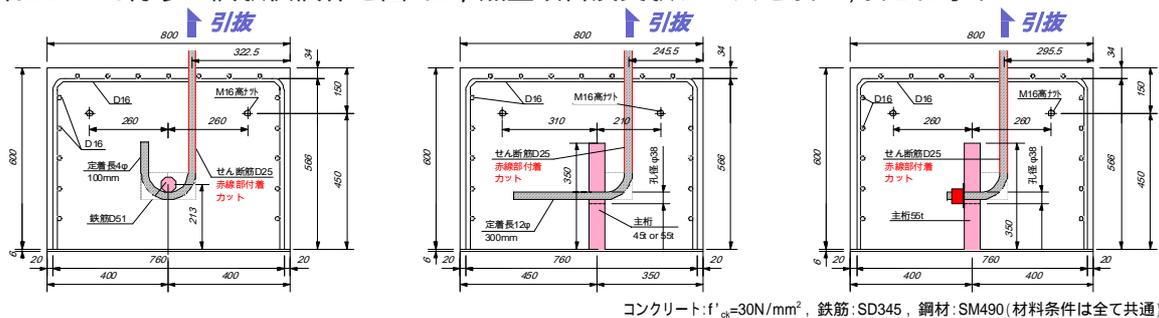


図1 実験供試体

表1 照査項目

照査項目	性能条件		
	強度	拔出し量	残留変形量
静的耐力	母材の規格降伏点の135%以上または母材の規格引張強さ以上	母材の規格降伏点の95%の応力に対して、鉄筋の抜け出し量が標準フック（半円形フック）の場合の抜け出し量以下	母材の規格降伏点の95%の応力を載荷後、同2%以内に除荷した時の残留変形量が0.3mm以下
高応力繰返し耐力	下限を母材の規格降伏点の2%以下、上限を母材の規格降伏点の95%とした応力で静的に30回の繰返し載荷を行った場合、30回目の載荷によって生じた最大拔出し量と原点を結ぶ勾配が第1回目の載荷勾配の85%以上		

キーワード MMST工法, せん断補強筋, 直角フック方式

連絡先 〒221-0011 横浜市神奈川区新子安1-2-4 首都高速道路公団神奈川建設局建設第二部設計第二課 tel:045-439-0755

表2 実験ケース

実験ケース			CASE1	CASE2	CASE3	CASE4
鉄筋定着形状			半円形フック (定着長：4)	直角フック（定着長：12） 主桁厚 t=45mm    主桁厚 t=55mm		定着ナット
供試体数	静的載荷実験用	A	1	1	1	1
	高応力繰返し載荷実験用	B	1	1	1	1

4. 実験結果および考察

(1) 静的耐力照査

静的載荷実験結果を図2に示す。

強度は、すべての定着形状について、引張強さの規格値（490N/mm<sup>2</sup>）以上を有していることが確認できた。残留変形量についても、全ての鉄筋定着形状が0.30mm以下となっており、十分に性能条件を満たしている。

また抜き出し量について、半円形フックとその他のケースを比較すると、4つの鉄筋定着形状がほぼ同程度であり、鉄筋形状の違いによる定着部の性能差はほとんど無いものと思われる。

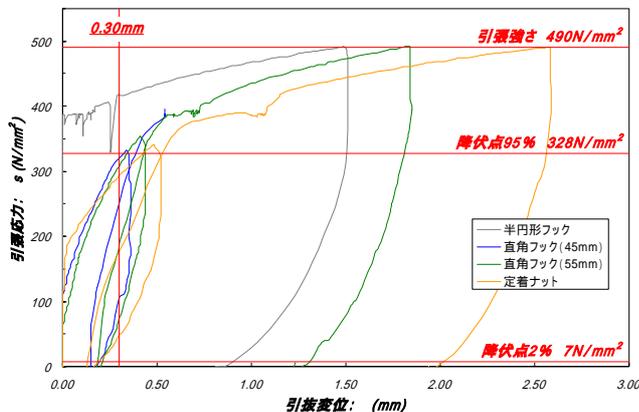


図2 静的載荷実験結果

(2) 高応力繰返し耐力照査

高応力繰返し載荷実験結果を図3に示す。

すべての定着形状について、示方書に示される「30回の繰返し載荷を行った場合、30回目の載荷によって生じた最大抜き出し量と原点を結ぶ勾配が第1回目の載荷勾配の85%以上」という性能条件を満足することはできなかった。原因としては、1回目の載荷時の鉄筋の抜け出しによるなじみが考えられる。実際、2回目以降の抜け出し量については、いずれのケースも際立った増加傾向は見られない。

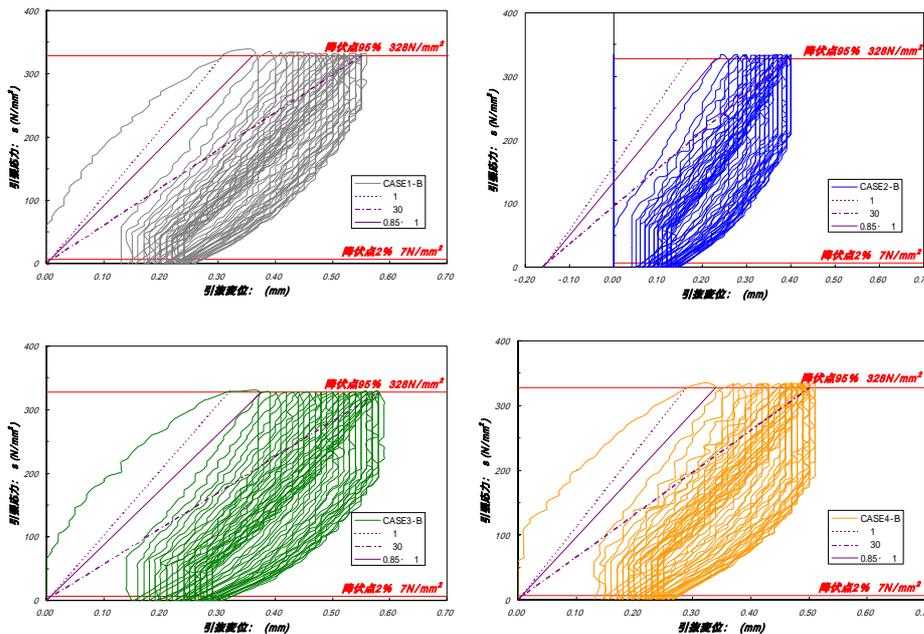


図3 高応力繰返し載荷実験結果

以上の点についても考慮のうえ、今回は標準の半円形フックと他の定着形状を比較し、同等の結果が得られることで、定着形状の有効性を確認するものとする。

1回目の抜き出し量、及び2回～30回目までの抜き出し量の変化量を比較すると、半円形フック、直角フック、及び定着ナットの2～30回目までの変化量の差は、-0.03mm～+0.02mmであり、ほぼ同等の結果が得られた。

5. おわりに

実験により、せん断補強筋の定着方式として簡略的であり、かつコスト削減が図れる直角フック方式を用いても、示方書に規定される要求性能を満足し、また半円形フックの性能と同等の効果が得られることを確認した。以上より、MMSTにおけるせん断補強筋の定着方式は、直角フック方式を採用するものとした。