

Tヘッドバーを用いたせん断補強筋の組立性評価

瀧 論 梶 隆 熊田 昭彦 塩川 英世 塩屋 俊幸 服部 慶太 川崎 隆行
(技術研究所) (技術研究所) (技術研究所) (テクノセンター) (技術研究所) (土木東京支店) (土木東京支店)

Productivity Evaluations of Shear Reinforcement Bars by T-Headed-Bar

by Satoshi Taki, Takashi Kunugi, Akihiko Kumada, Hideyo Shiokawa, Toshiyuki Shioya,
Keita Hattori and Takayuki Kawasaki

Abstract

This paper evaluates the use of two types of reinforcing bars; T-headed-bars and conventional hooked bars in the construction of underpass caisson walls. The productivity of the T-headed-bar construction method was calculated by dividing the labor time by the weight of the reinforcement bar. Direct calculation was possible because the construction was actually carried out using this method. The productivity of the conventional method was derived from a detailed analysis of the reinforcing bar construction method. The calculated productivity values for the two methods were 53.7 man-days for the T-headed-bar method and 72.5 man-days for the conventional method. The reasons for the difference are discussed in terms of unit motion and elementary motion.

概要

道路トンネルに供用されるボックスカルバート型ケーソンの壁面の鉄筋工事を対象に、従来型のフック鉄筋およびTヘッドバーによる各工法の労務量および労務歩掛りを評価した。評価の対象とした鉄筋は壁の主筋、配力筋、せん断補強筋である。Tヘッドバー工法に対する対象物全体の労務量は、作業日報から算出した。在来工法に対しては、鉄筋工事の位置や種類を詳細に分析したうえで、局所的な測定をもとにして推定した。評価の結果、Tヘッドバー工法および在来工法の労務量はそれぞれ53.7人日、72.5人日となった。在来工法に対するTヘッドバー工法の労務量の比は74.1%であり、Tヘッドバー工法による作業能率の優位性があきらかとなった。

§ 1. はじめに

近年、Tヘッドバーとよばれる鉄筋が開発され、せん断補強筋および中間帯鉄筋として壁状の構造物などに適用されはじめている。端部を135°または180°フックとする従来の鉄筋に対し、Tヘッドバーは鉄筋端部をT字型に加工することによって定着をとるものである(写真-1)。鉄筋端部をT字型にするために、高周波誘導加熱によって加圧成形する方法や、鋼板などを取り付ける方法がある。

Tヘッドバーを用いた鉄筋コンクリート部材について、塩屋ら^{1)~3)}は構造および材料力学特性を実験によって検討している。そして、従来型のフック鉄筋を用いた鉄筋コンクリート部材と比較して、Tヘッドバーを用いた部材の特性は同等以上であることを述べている。

高岸ら⁴⁾はTヘッドバーの特徴を示し、フック鉄

筋と比較して鉄筋端部形状が小さくなること、壁厚中央での重ね合わせが不要となり鉄筋材料が軽減されること、を述べている。そして、その効果によって、鉄筋組立て作業の効率化がはかられ、工期が短縮されることを記している。

Tヘッドバーによる生産性すなわち作業能率の定量評価は、中村ら⁵⁾によって報告されているのみで



写真-1 Tヘッドバーと180°鉄筋

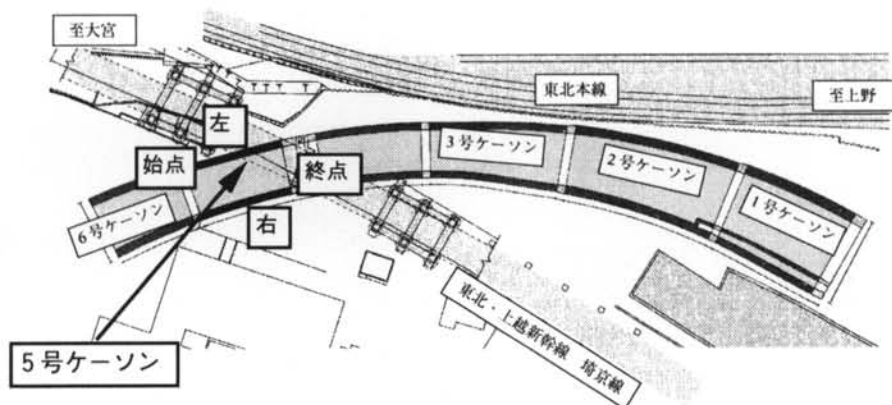
ある。中村ら⁶⁾は、矩形立坑を対象として、人工を単位とする歩掛りを、Tヘッドバー(プレート定着型せん断補強鉄筋)および従来鉄筋それぞれによる施工方法について示している。ただし、中村ら⁶⁾は作業や測定などについて詳しい状況にはふれていない。Tヘッドバーによる生産性について、より高い信頼性のデータベースを構築するためには、中村ら⁶⁾の成果をはじめとし、複数のグループによる作業測定が必要となる。なお、以下ではTヘッドバーを用いる鉄筋組立てを「Tヘッドバー工法」、従来のフック鉄筋を用いる組み立てを「在来工法」とよぶ。

労務量および労務歩掛りは、作業能率を表す重要な指標のひとつである。実構造物の労務歩掛りを評価した近年の研究として、たとえば浜田ら⁶⁾や石井ら⁷⁾の研究がある。浜田ら⁶⁾は、超高層RC造マンションに自動化設備を導入したときの作業能率を、石井ら⁷⁾はプレキャストコンクリート柱と鉄骨梁を用いる構法の生産性を、それぞれ調査している。また、香月ら⁸⁾は、地下外壁の型枠工事および鉄筋工事に機械化施工を導入したときの作業能率などを検討している。これらを含めた建築構造物の生産性に関する既往の研究は、日本建築学会・生産性小委員会による活動報告⁹⁾にレビューされている。

これら既往の研究で論じられているように、種々の条件や新たな構法・工法の作業能率について、データを蓄積・整備することは、積算や工程計画・管理、労務計画などにとって重要な課題である。Tヘッドバー工法の労務歩掛りもそのひとつとして、

工事場所	埼玉県さいたま市
工事内容	本體工 ニューマチックケーソン6函体 既設構造物防護工 SMW他 橋脚アンダーピニング 1カ所 接続工 6カ所(うち5カ所は圧気掘削)

表一 1 工事概要



図一 1 工事計画(平面)

有用なものと位置づけられる。

以上を背景として本報では、道路トンネルに供用されるボックスカルバート型のケーソンの壁を対象とし、在来工法およびTヘッドバー工法による鉄筋組立ての作業能率を評価する。作業能率のうち、両工法の労務量を比較することによって、在来工法に対するTヘッドバー工法の実産性の優位性を検討する。また、両工法の作業能率の差異を、単位動作および要素動作の観点から観察する。

§ 2. 調査の対象および方法

2.1 対象施工法

調査対象の工事概要を表一1に、その全体平面計画を図一1に示す。

対象工事の主な内容は、6函体のケーソン(1~6号)を沈下させ、道路トンネルを施工することである。6函体のうち、本報では5号ケーソンを対象とする。5号ケーソン断面の配筋を図一2に、平断面および立面の見取りを図一3に示す。

一連のケーソンにおいて、1号ケーソン側が終点、6号ケーソン側が始点とよばれている。また、始点から終点に向かって左右が決められている。これにならない、側壁を左・右、妻壁を始点・終点に分類する(図一3a)参照。

ケーソンは床と壁から構成されている。壁のうち土圧に抵抗するものとして、施工時(沈下時)にケーソンの剛性を確保するための妻壁と、ケーソン本体の壁(側壁とよぶ)がある。側壁の仕上げ面での壁厚は1500mmであり、妻壁の壁厚は始点側で600mm、終点側で700mmである。

各ケーソンは、深さ方向に幾つかの区分(ロットとよばれる)に分割されている。5号ケーソンは、第1~第8のロットに分割されている。作業の効率化と

安全性向上のために、ケーソンを沈下させながら地面近くのレベルで各ロットごとに施工がおこなわれている。

本報では、図-3 b)に示したように、5号ケーソンの第6ロットの壁を対象とする。なお、同ロットには床は含まれていない。

側壁と妻壁の鉄筋は、主に主筋(縦筋)、配力筋(横筋)およびせん断補強筋で構成されている。本報では、これら3種類の鉄筋を測定対象とする。実工事ではこれら以外の鉄筋も補助的に用いられていた。しかし、本報では補助的な鉄筋は測定対象外とした。

主筋および配力筋は、ケーソンの内側と外側の2面で組立てられる。そして、せん断補強筋によって両面を連結する。在来工法に代わってTヘッドバー工法が用いられるのは、側壁のせん断補強筋である。したがって、本報での工法に関する記述は、側壁のせん断補強筋の組立て作業のみが対象となる。他の部分の鉄筋には従来どおりの工法が採用される。

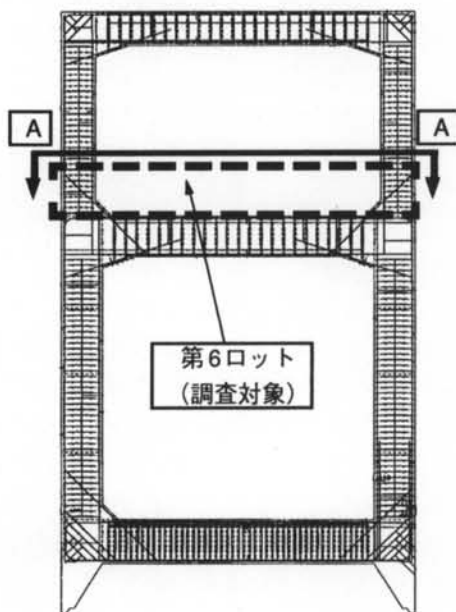
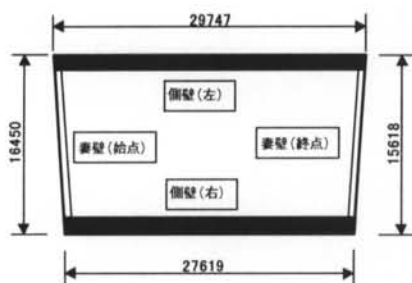


図-2 5号ケーソンの配筋(断面)



a) 平面 (A-A断面)

鉄筋組立ての手順は、はじめにケーソンの内外両側の主筋を建て、つぎに同じく配力筋の配筋・結束する。最後に、せん断補強筋を配筋・結束する。

Tヘッドバーおよび従来型鉄筋を図-4に示す。図に示されているように、Tヘッドバーは一端がフック、他端がTヘッドとなっている。一方、従来型の鉄筋は両端ともフックとなっている。せん断補強筋1カ所につき、Tヘッドバー工法ではTヘッドバー1本を配筋すればよいのに対し、在来工法では従来型の鉄筋2本を1組として配筋する。これは在来工法では鉄筋の両端がフックであるため、主筋や配力筋の組立て後に従来型のせん断補強筋を配筋することが困難となるためである。在来工法では2本のフック筋の継ぎ手部分を支持させるために、図-5に示す段取り筋が必要不可欠となる。

図-6に両工法による鉄筋の配置を示す。図中、a)、b)は、それぞれTヘッドバー工法および在来工法に対応している。2側面間を直接わたされるTヘッドバーに対し、従来型鉄筋は図に示したように、継ぎ手部中央で段取り筋に支持される。

以上、Tヘッドバー工法および在来工法間の主たる相違点を整理すると、①鉄筋本数(Tヘッドバー工法: 1本、在来工法: 2本)、②段取り筋の有無(Tヘッドバー工法: 不要、在来工法: 必要)となる。

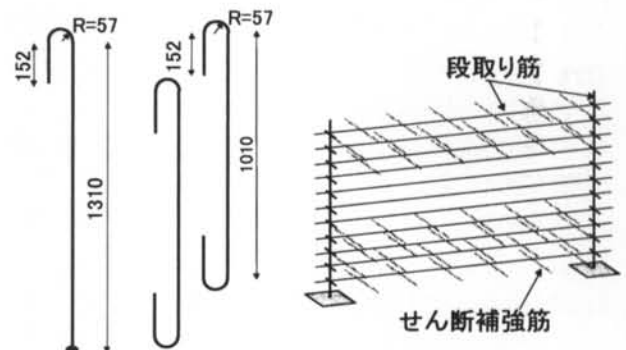


図-4 Tヘッドバー (左) と従来型鉄筋(右) 図-5 段取り筋



b) 立面(右側面)

図-3 5号ケーソン見取り

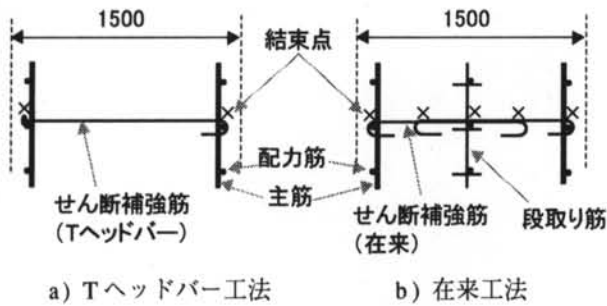


図-6 Tヘッドバーと従来型鉄筋の鉄筋配置

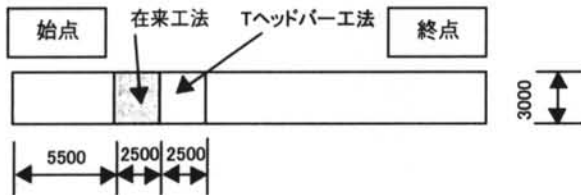


図-7 Tヘッドバー工法と在来工法の測定範囲



図-8 作業配員の状況

2.2 施工条件

2001年10月24日、25日に作業を測定した。両日も晴れであり、天候および気候による作業への影響は特になかった。

作業測定のための鉄筋組み立て作業は、局所範囲に限定した。これは、①在来工法による作業は測定のために特別に実施すること、②Tヘッドバー工法についてもできるだけ在来工法と同一条件下での作業を測定する必要があること、による。

側壁のせん断補強筋の鉄筋組み立て作業を左側壁で測定した。その範囲を図-7に示す。その他の部位の作業については、特に範囲を設定することなく作業の流れに応じて、適宜、選択して測定した。

両工法間の施工条件の差を少なくするために、側壁のせん断補強筋での作業人員は、同じ組み合わせの作業員を3人と設定した。図-8に在来工法に対する作業配員状況を示す。Tヘッドバー工法についても配員は同様である。その他の部位の作業については、特に設定することなく、測定の際、人員を記録することとした。作業員の健康状態について、特に異常を訴える者はいなかった。

2.3 測定方法

本報では、労務量および労務歩掛りによって、生産性および作業能率を評価する。労務量は作業人員と作業時間の積で算定される。また、労務歩掛りは労務量を作業量(出来高)で除することによって計算される。したがって、労務量および労務歩掛りは、作業人員および作業時間、作業量を測定することによって算定される。

作業量の指標として、本報では鉄筋重量を用いる。測定した作業時間内に組み立てられた鉄筋ピース数を数え、鉄筋長さや単位長さの鉄筋重量を用いることにより、鉄筋重量を算定する。

測定について、事前に作業人員を確認する。そして、測定員が作業地点のすぐ近くに立会って、作業時間を測定する。作業時間は、作業開始とともに時間を測定しはじめ、作業完了とともに測定を終える。時間測定にはストップウォッチを用いる。また、測定を補完するために、ビデオ撮影もおこなう。今回の測定では、測定人員を3名とし、そのうち2名が時間および作業量の測定を、他1名が写真およびビデオの撮影をおこなった。

測定では、純粋な配筋と結束作業のみを対象とし、段取りなどの作業時間や作業量は測定対象外とした。

§3. 評価方法

局所的な測定から、ロット全体の労務歩掛りを推定するためのフローを図-9に示す。図にしたがった評価方法は以下のとおりである。

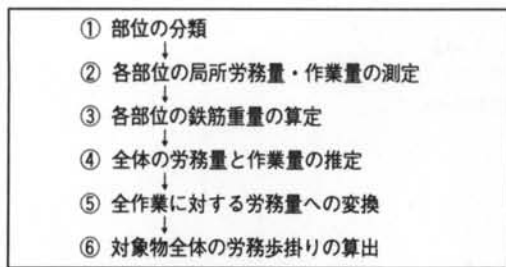
組み立てる鉄筋の位置や種類によって、労務歩掛りは異なる。よって、フロー①では、測定対象を壁および鉄筋それぞれの位置、種類についての部位に分類する。以下、部位ごとにおける労務量、労務歩掛り、鉄筋重量をそれぞれ、「局所労務量」、「局所歩掛り」、「局所鉄筋重量」とよぶ。

フロー②では、前節の方法にしたがい、各部位における局所作業を測定する。測定の結果、局所作業での労務量および作業量が得られる。

②で得られた局所作業の結果から、ロット全体の作業時間を推定する。そのためには、ロット全体の鉄筋重量が必要となる。③では、設計図をもとに、Tヘッドバー工法および在来工法それぞれに対する鉄筋重量を算定する。

④では、②および③の結果をもとに、ロット全体の鉄筋組み立てに必要な労務量を推定する。

文献¹⁰⁾によれば、作業は図-10に示す項目に分類



図一 9 歩掛り算出手順



図一 10 作業分類項目¹⁰⁾

できる。これらの項目のうち、本報で測定する作業は主作業に相当する。④で推定された労務量は、付随作業や付帯作業などは考慮されておらず、主作業のみに対する値となる。これに対し、通常用いられる労務量は全作業に対する値である。したがって、フローの⑤では、主作業のみに対する労務量を全作業に対する値に変換する。

フローの⑥では、各工法によるロット全体の全作業の労務量を、それぞれの工法でのロット全体の鉄筋重量で除し、全作業の労務歩掛りを算出する。

§ 4. 評価結果

4. 1 評価対象部位の観察および測定

4. 1. 1 評価対象部位の分類

評価精度を高めるために、測定対象を壁および鉄筋それぞれの種類、位置に関する部位に分類する。そして、部位ごとの諸量を評価し、第6ロット全体の歩掛りを算定する。

側壁(左/右)および妻壁(始点/終点)の分類に加え、鉄筋の種類および位置について分類する。鉄筋種類は、主筋、配力筋、せん断補強筋に分類できる。また、主筋および配力筋はケーソン内側か外側かの分類が可能である。これらにもとづくと、合計20の部位に分類される。

以下では、簡略のために、側壁のせん断補強筋に対応する部位を「A部位群」、それ以外の部位を「B部位群」とよぶ。

a) 在来工法

ステップ	鉄筋	作業員1	作業員2	作業員3
1	フック筋1	運搬		
2		手渡し	中継	
3			手渡し	受け取り
4			位置調整	位置調整
5			結束	結束
6	フック筋2	手渡し	受け取り	
7		位置調整	位置調整	
8		結束	結束	
9			結束	

b) Tヘッドバー工法

ステップ	鉄筋	作業員1	作業員2	作業員3
1	Tヘッドバー	運搬		
2		手渡し	保持	受け取り
3		位置調整	位置調整	位置調整
4		結束		結束

表一 2 単位動作の動作ステップ

4. 1. 2 作業観察結果

作業の手順および内容は、工法によって異なる。また、同じ工法であっても、作業員や施工条件の違いによって、手順や内容は異なる場合もある。ここでは、Tヘッドバー工法および在来工法の作業の手順および内容の差異を、作業員の動作の観点から確認する。

一般に作業項目は、まとまり作業、単位作業、要素作業、単位動作、要素動作の順に階層的に分割することができる。ここで、せん断補強筋の組立て(配筋・結束)作業は、要素作業に相当する。1サイクルのせん断補強筋の組み立て作業は、単位動作に分析すると、表一2に示すように「運搬」、「手渡し」、「中継」、「受け取り」、「位置調整」、「結束」、「保持」になる。表中、「中継」とは、運搬をした作業員が結束をする作業員に鉄筋を直接手渡しできず、別の作業員が仮に受け取る動作をさす。中継の後、介在の作業員は、結束をおこなう作業員に再び鉄筋を手渡す。また、「保持」とは、中央にいる作業員が、手渡しおよび受け取りの補助するための動作である。なお、ある作業員が鉄筋を手渡し、別の作業員が受け取る動作は、同一のステップで生じるものと仮定する。

表一2から、せん断補強筋の配筋は、在来工法では9ステップ分の単位動作が必要となるのに対し、Tヘッドバー工法では4ステップ分であり、この差異が生じる要因は、鉄筋の手渡し回数および結束箇所数が異なる点にある。鉄筋の手渡しの延べ回数は、在来工法で3回、Tヘッドバー工法で1回である。結束箇所数は、在来工法で5箇所、Tヘッドバー工法で2箇所である。

次に、要素動作の点から観察する。図-11に示すように、在来工法では作業員2を中心に鉄筋の押し出し、落とし込み、引き戻しという3つの動作を、1箇所のせん断補強筋につき2回実施する必要がある。一方、Tヘッドバー工法では、図-12に示すようにTヘッドバーを押し出し、Tヘッド端部を置くだけでよい。また、在来工法による水平方向の動作は、Tヘッドバー工法による場合よりも多くなる。

4.1.3 作業測定結果

(a) A部位群の結果

A部位群の鉄筋組み立てには、Tヘッドバー工法および在来工法のいずれかが採用される。両工法によるそれぞれの労務歩掛りを比較するために、可能な限り同一条件下で作業時間・作業量を測定した。

測定結果の詳細を表-3に示す。表にあるように、Tヘッドバー工法による作業量は0.95人時で205kg、在来工法では2.70人時で431kgであった。これらから、A部位群の局所歩掛りは、Tヘッドバー工法で4.63人時/t、在来工法で6.26人時/tとなる。これらは、1人日を7.5人時とすると、それぞれ0.617人日/t、0.835人日/tとなる。

(b) B部位群の結果

B部位群の測定として、側壁の主筋と配力筋、妻壁の主筋とせん断補強筋の作業測定をおこなった。

測定結果を表-4に示す。表中の最右欄の値が局所歩掛りである。右側壁について、ケーソン外部および内部の主筋の歩掛りは、それぞれ1.00人時/t、1.38人時/tである。同じく右側壁において、外部の配力筋の歩掛りは5.14人時/tである。一方、始点妻壁について、内部の主筋の歩掛りは0.85人時/t、せん断補強筋の値は2.47人時/tである。左側壁のせん断補強筋に対する歩掛りは、表-3の結果を整理したものであり、Tヘッドバー工法に対して4.63人時/t、在来工法に対して6.26人時/tである。

4.2 作業能率の推定

4.2.1 ロット全体の鉄筋重量の算定

Tヘッドバー工法および在来工法それぞれによる第6ロットの総鉄筋重量 W_T 、 W_C を算定する。設計図をもとにして得られる部位ごとの鉄筋に関する諸量を表-5に示す。表のうち、a)とb)はA部位群に対する値であり、前者がTヘッドバー工法、後者が在来工法に対応する。また、c)はB部位群に対応する。部位ごとの鉄筋重量の小計は、表の最右欄に示す値となる。

表-5から、A部位群における鉄筋重量の合計は、Tヘッドバー工法で4.7t、在来工法で9.5tであることがわかる。また、B部位群における鉄筋重量の合計は

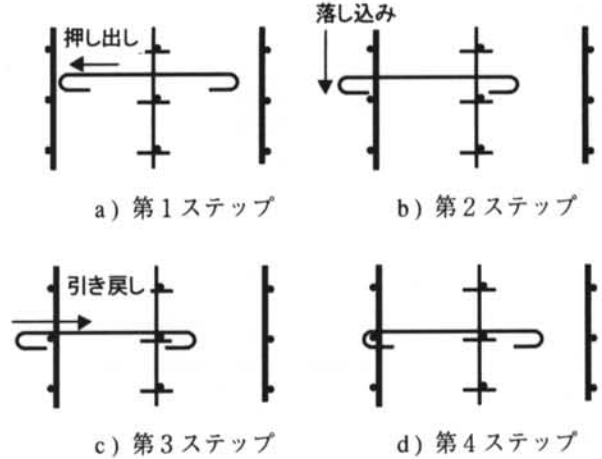


図-11 在来工法の単位動作ステップ

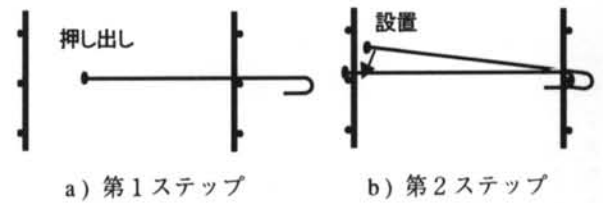


図-12 Tヘッドバー工法の単位動作ステップ

項目	単位	Tヘッド 工法	在来 工法
作業人員	人	3	3
作業時間	分	19	54
	開始 時:分	10:35	8:48
	完了 時:分	10:54	9:42
労務量	人時	0.95	2.70
作業面積	m ²	6.88	6.88
	幅 m	2.5	2.5
	高さ m	2.75	2.75
配筋箇所数	箇所	59	61
鉄筋径		D19	D19
単位長さあたりの重量	kgf/m	2.25	2.25
1箇所あたりの鉄筋長さ	m	1.54	3.14
1箇所あたりの鉄筋重量	kgf	3.47	7.07
測定対象全体の鉄筋重量	kgf	205	431

表-3 側壁のせん断補強筋の局所歩掛り

記号	壁種類	壁位置	鉄筋名	鉄筋位置	作業人員		鉄筋径	単位長さ重量	長さ	ピース数	重量	局所歩掛り	
					人	分							
A	側	右	主筋	外	2	35	1.17	35	7.51	3.00	52	1172	1.00
B	側	右	主筋	内	2	20	0.67	32	6.23	3.00	26	486	1.38
C	側	右	配力筋	外	4	90	6.00					1167	5.14
				内訳				22	3.04	5.00	12	182	
								22	3.04	8.00	12	292	
								22	3.04	8.00	12	292	
								22	3.04	6.00	12	219	
								22	3.04	5.00	12	182	
D	側	左	せん断補強筋(Tヘッドバー)	—	3	19	0.95	19	2.25	1.54	59	204	4.63
E	側	左	せん断補強筋(在来)	—	3	54	2.70	19	2.25	3.14	61	431	6.26
F	妻	始点	主筋	内	2	7	0.23	35	7.51	3.00	12	270	0.85
G	妻	始点	せん断補強筋	—	1	16	0.27	22	3.04	1.00	36	109	2.47

表-4 測定した部位の局所歩掛り

a) A 部位群 (Tヘッドバー工法)

壁面	壁位置	鉄筋名	鉄筋位置	壁長さ	鉄筋径	単位長さ鉄筋重量	鉄筋長さ	ピースの鉄筋重量		鉄筋ピッチ		数量	局所鉄筋重量
								kg	m	横	縦		
側左	せん断補強筋	—	29.7	19	2.25	1.54	3.47	0.500	0.250	696	2.4		
側右	せん断補強筋	—	27.6	19	2.25	1.54	3.47	0.500	0.250	648	2.3		
計											4.7		

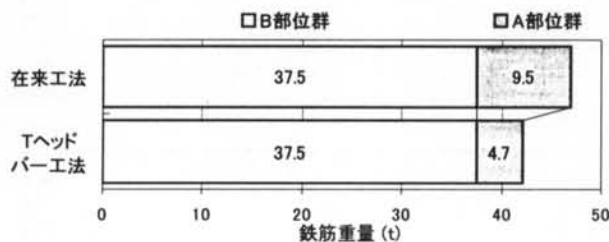
b) A 部位群 (在来工法)

側左	せん断補強筋	—	29.7	19	2.25	3.14	7.07	0.500	0.250	696	4.9
側右	せん断補強筋	—	27.6	19	2.25	3.14	7.07	0.500	0.250	648	4.6
計											9.5

c) B 部位群

側左	主筋	外	29.7	35	7.51	3.00	22.53	0.125		236	5.3
側左	主筋	内	29.7	32	6.23	3.00	18.69	0.250		118	2.2
側右	主筋	外	27.6	35	7.51	3.00	22.53	0.125		220	5.0
側右	主筋	内	27.6	32	6.23	3.00	18.69	0.250		112	2.1
側左	配力筋	外	29.7	22	3.04	28.40	86.34		0.250	12	1.0
側左	配力筋	内	29.7	19	2.25	28.40	63.90		0.250	12	0.8
側右	配力筋	外	27.6	22	3.04	32.00	97.28		0.250	12	1.2
側右	配力筋	内	27.6	19	2.25	32.00	72.00		0.250	12	0.9
妻始点	主筋	外	13.0	41	10.50	3.00	31.50	0.125		100	3.2
妻始点	主筋	内	12.7	35	7.51	3.00	22.53	0.125		100	2.3
妻終点	主筋	外	13.4	38	6.95	3.00	20.85	0.125		106	2.2
妻終点	主筋	内	13.4	25	3.98	3.00	11.94	0.125		106	1.3
妻始点	配力筋	外	12.7	32	6.23	16.00	99.68		0.125	24	2.4
妻始点	配力筋	内	12.7	19	2.25	16.00	36.00		0.125	24	0.9
妻終点	配力筋	外	13.4	32	6.23	16.00	99.68	0.125		24	2.4
妻終点	配力筋	内	13.4	19	2.25	16.00	36.00	0.125		24	0.9
妻始点	せん断補強筋	—	12.7	22	3.04	1.00	3.04	0.250	0.250	600	1.8
妻終点	せん断補強筋	—	13.4	22	3.04	1.00	3.04	0.250	0.250	636	1.9
計											37.5

表一五 設計図から算出された鉄筋重量



図一三 ロット全体の鉄筋重量

37.5tである。したがって、 W_T および W_C はそれぞれ42.2t、47.0tとなる。以上の結果を整理すると、図一三のようになる。

4.2.2 主作業率

4.1.3で測定した局所歩掛りは主作業のみに対する労務歩掛りであり(図一十参照)、全作業に対する値に変換する必要がある。Tヘッドバー工法に対する全作業の労務歩掛り P_T は、同工法に対する全作業の労務量 L_T を W_T で除することによって算定される。本報の

a) A 部位群 (Tヘッドバー工法)

壁面	壁位置	鉄筋名	鉄筋位置	局所鉄筋重量	局所歩掛り	局所歩掛りの測定部位	局所労務量				
								t	人時/t		人時
								側左	せん断補強筋	—	2.4
側右	せん断補強筋	—	2.3	4.63	D	10.4					
計			4.7			21.6					

b) A 部位群 (在来工法)

側左	せん断補強筋	—	4.9	6.26	E	30.8
側右	せん断補強筋	—	4.6	6.26	E	28.7
計			9.5			59.5

c) B 部位群

側左	主筋	外	5.3	1.00	A	5.3
側左	主筋	内	2.2	1.38	B	3.0
側右	主筋	外	5.0	1.00	A	5.0
側右	主筋	内	2.1	1.38	B	2.9
側左	配力筋	外	1.0	5.14	C	5.3
側左	配力筋	内	0.8	5.14	C	4.0
側右	配力筋	外	1.2	5.14	C	6.0
側右	配力筋	内	0.9	5.14	C	4.4
妻始点	主筋	外	3.2	0.85	F	2.7
妻始点	主筋	内	2.3	0.85	F	1.9
妻終点	主筋	外	2.2	0.85	F	1.9
妻終点	主筋	内	1.3	0.85	F	1.1
妻始点	配力筋	外	2.4	5.14	C	12.3
妻始点	配力筋	内	0.9	5.14	C	4.4
妻終点	配力筋	外	2.4	5.14	C	12.3
妻終点	配力筋	内	0.9	5.14	C	4.4
妻始点	せん断補強筋	—	1.8	2.47	G	4.5
妻終点	せん断補強筋	—	1.9	2.47	G	4.8
計			42.2			86.2

※記号A~Gは局所歩掛りを測定した部位(表一四)に対応する。

表一六 各部位の労務量の算定

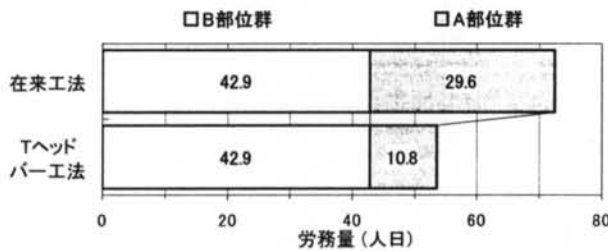
場合、 L_T は作業日報から求められる。一方、在来工法に対する全作業の労務量 L_C のデータは存在しないため、同工法に対する全作業の労務歩掛り P_C を直接求めることはできない。そこで、 L_C を推定することによって P_C を算出する。そのための準備として、全作業の労務量に対する主作業の労務量の比率(以下、主作業率とよぶ)を求める。

局所労務量は、表一四に示した局所歩掛りと表一五の局所鉄筋重量の積として算出される。得られる局所労務量を表一六に示す。表のうち、a)およびb)はA部位群に対する値であり、a)がTヘッドバー工法、b)が在来工法に対応する。c)はB部位群の値である。

表一六に示したように、局所労務量の合計は、a)Tヘッドバー工法によるA部位群21.6人時、b)在来工法によるA部位群59.5人時、c)B部位群86.2人時である。1人日を7.5人時とすると、これらの値はa)2.88

曜日	月	火	水	木	金	土	日	小計
日	15	16	17	18	19	20	21	
出面(人日)	3.0							3.0
日	22	23	24	25	26	27	28	
出面(人日)	2.0	6.0	10.0	11.3	11.3	4.0		44.6
日	29	30	31					
出面(人日)		4.6	1.5					6.1
合計								53.7

表一七 作業日報による労務量



図一四 ロット全体の労務量

人日、b)7.93人日、c)11.49人日となる。よって、ロット全体の鉄筋組立て作業に必要な労務量は、Tヘッドバー工法の場合a)とc)の和で14.4人日、在来工法の場合b)とc)の和で19.4人日となる。これらの値は、主作業に対する労務量である。

表一七は、第6ロットの鉄筋組み立ての実労務量を示しており、2001年10月の作業日報にもとづいたものである。表に示したとおり、第6ロット全体の鉄筋組み立てに要した労務量は53.7人日であった。この値は、Tヘッドバー工法で施工された場合の全作業に対する労務量である。

以上より、Tヘッドバー工法の主作業率は、14.4人日を53.7人日で除することにより算定され、その値は0.268となる。

4.2.3 A部位群の労務歩掛り

前項での主作業率0.268は、在来工法の場合にも適用できると仮定する。このとき、A部位群の全作業に対する労務歩掛りは、4.1.3(a)で得られたTヘッドバー工法による主作業に対する労務歩掛り0.617人日/tならびに在来工法に対する労務歩掛り0.835人日/tのそれぞれを、主作業率で除することにより算定される。

その結果、A部位群の全作業に対する労務歩掛りは、Tヘッドバー工法で2.30人日/t、在来工法で3.08人日/tとなる。

4.2.4 ロット全体の労務歩掛り

Tヘッドバー工法による全作業に対する労務量は、前述のとおり53.7人日である(表一七参照)。

在来工法による全作業に対する労務量を以下のよう

に算定する。4.2.2で算定した主作業の労務量のうち、a)Tヘッドバー工法によるA部位群は2.88人日、b)在来工法によるA部位群は7.93人日、c)B部位群は11.5人日であった。これらの値を主作業率0.268で除すると、それぞれa)10.8人日、b)29.6人日、c)42.9人日となる。したがって、在来工法による全作業に対する労務量は、b)およびc)の値の和で算出され、72.5人日となる。また、a)は、Tヘッドバー工法の労務量のうち、A部位群の鉄筋組立て作業に必要な労務量を意味する。以上の結果を整理すると、図一四のようになる。

全作業の労務歩掛りは、全作業の労務量をロット全体の鉄筋重量で除することにより算出される。したがって、Tヘッドバー工法による労務歩掛りは、53.7人日を42.2tで除することによって得られ1.27人日/tとなる。一方、在来工法による労務歩掛りは、72.5人日を47.0tで除することによって得られ1.54人日/tとなる。

§ 5. 結論

道路トンネルとして施工されたボックスカルバート型ケーソンの鉄筋工事を対象に、Tヘッドバー工法および在来工法の労務量、労務歩掛りを評価した。

実工事ではTヘッドバー工法が採用されており、同工法に対する労務量は作業日報から算出した。一方、在来工法に対しては、限定された局所範囲における作業能率を測定し、その結果をもとに鉄筋工事の部位(鉄筋の種類や位置など)を詳細に分析することによって推定した。

以下に、得られた定量結果を列記する。項目中、比率は在来工法に対するTヘッドバー工法の値である。

- 1) A部位群(側壁のせん断補強筋)のみについて、Tヘッドバー工法および在来工法の主作業に対する労務歩掛りは、それぞれ2.30人日/t、3.08人日/tとなる。これらの比率は74.7%となる。
- 2) Tヘッドバー工法および在来工法による第6ロット全体の総鉄筋量は、それぞれ42.2t、47.0tとなる。これらのうち、側壁のせん断補強筋に使用される鉄筋重量は、それぞれ4.7t、9.5tである。第6ロット全体の鉄筋組立て工事に必要となる労務量(工数)は、Tヘッドバー工法が53.7人日、在来工法が72.5人日であり、その比率は74.1%となる。また、労務歩掛りは、Tヘッドバー工法が1.27人日/t、在来工法が1.54人日/tとなり、比率は82.5%となる。

以上は、鉄筋組立て作業における、在来工法に対するTヘッドバー工法の優位性の証左である。

本報の測定では、在来工法での段取り筋に要する労務量や作業量(出来高)を対象外とした。実際の在来工法では、段取り筋の重量や労務量、作業量も無視できない。また、本報でのケーソンでは床版においてもTヘッドバーを採用している。壁の鉄筋組み立て作業が横向きであるのに対し、床版の作業は下向きである。そのため、床版のTヘッドバー工法による作業の

効率化の度合いは、壁に対する効率化の度合いよりも大きくなる。以上の点考慮することによって、在来工法に対するTヘッドバー工法の作業能率の優位性は、一層大きくなる。

Tヘッドバー工法および在来工法の比較のための局所作業での作業員数は、条件を可能な限り同一にする目的で3人とした。しかし、Tヘッドバー工法では鉄筋重量や長さによっては、2人で十分な場合も想定される。その場合、さらに作業の効率化がはかられる。

<参考文献>

- 1) 塩屋俊幸, 中澤春生, 長澤保紀, 高岸正章: "Tヘッドバー工法の開発", コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No3, pp.1291-1296, 2000.
- 2) 塩屋俊幸, 樋口義弘, 塩川英世, 高岸正章: "Tヘッドバーをせん断補強筋として用いた曲げせん断実験", コンクリート工学年次論文集, Vol.23, No3, pp.799-804, 2001.
- 3) 塩屋俊幸, 栗田守朗, 吉武謙二, 高岸正章, 尾上篤生: "Tヘッドバーを用いた重ね継ぎ手実験", 土木学会第56回年次学術講演会, V-457, pp.914-915, 2001.
- 4) 高岸正章, 前之園司, 友田勇, 塩屋俊幸, 長澤保紀, 塩川英世: "高周波誘導加熱による鉄筋定着端部成形技術の開発", CAMP-ISIJ, Vol.12, p.1101, 1999.
- 5) 中村泰介, 吉田諭, 清水伸彦, 足立英明: "過密配筋部へのプレート定着型せん断補強鉄筋の適用", 土木学会第53回年次学術講演会, VI-192, pp.384-385, 1998.
- 6) 浜田耕史, 竹本靖, 脇坂達也, 菱河恭一, 汐川孝, 井上康夫: "超高層RC建物における施工の自動化—41階建RC造マンションにおける開発事例—", 大林組技術研究所報, No.45, pp.1-10, 1992.
- 7) 石井勇, 正村芳久, 土橋稔美, 山田辰雄, 親本俊憲, 吉田知洋, 久保田淳: "ニューNBS構法の生産計画支援のための現場施工調査報告", 鹿島技術研究所年報, No.47, pp.205-210, 1999.
- 8) 香月泰樹, 岩波光一, 篠崎徹, 景山亨, 木内利夫: "地下外壁工事における機械化施工の作業能率(その1 計画概要と作業能率測定)", 第11回建築生産と管理技術シンポジウム論文集, pp.289-294, 1995.
- 9) 日本建築学会 材料施工委員会 生産性小委員会: "生産性小委員会 活動報告書", 2001.
- 10) 日本建築学会: "作業能率指針", 1990.

