

VI-81 セグメント自動組立システムの開発（その2）

ボルト・ナット締結装置と供給装置の開発について

西松建設㈱	土木設計部	正会員	○三戸憲二
西松建設㈱	機材部		桑原資孝
川崎重工㈱	技術研究所		中島勝己
川崎重工㈱	産機プラント		近藤巨廣

1. はじめに

本報告では、“直ボルト継手短ボルト方式”の1リング完全自動組立を可能とした、ボルト・ナット締結装置と供給装置についてその概要を紹介する。

2. ボルト・ナット締結装置

エレクター装置から分離されたボルト・ナット締結装置は、独自で位置決め装置を持っている。締結装置と位置決め装置を併せて、ボルト・ナット締結装置という。図-1にボルト・ナット締結装置を示す。

2-1 締結装置の位置決め

締結装置の位置決めには旋回・摺動・ヨーイングの3自由度があり、8台の締結機は指定された場所へ一度に移動・位置決めをする。それぞれの締結機には、ボルトボックス挿入軸とボルト引き寄せ軸の2自由度があり、締結装置の位置決めとを併せて、5自由度によって、ボルト・ナットをセグメント穴に位置決めしている。

エレクター装置の6自由度（旋回・摺動・伸縮・ヨーイング・ローリング・ピッチング）に対し、ボルト・ナット締結装置の位置決めは、3自由度しか持っていない。残りの3自由度の方向のずれに対しては次のように補正する。伸縮については、個々の締結機の挿入軸で調整でき、またローリング、ピッチングのボルトに対してのずれは、軸方向と軸に直角なセグメントの面内のずれとなって現れる。軸方向のずれに対しての補正は、軸方向に余裕を持っているので問題にはならない。面内のずれは、ボルトとボルト穴のずれとなり、ボルトはそのままでは引き寄せることができない。そのために、旋回、摺動および個々の挿入を組み合わせることにより、ボルト引き寄せの調整は可能となる。

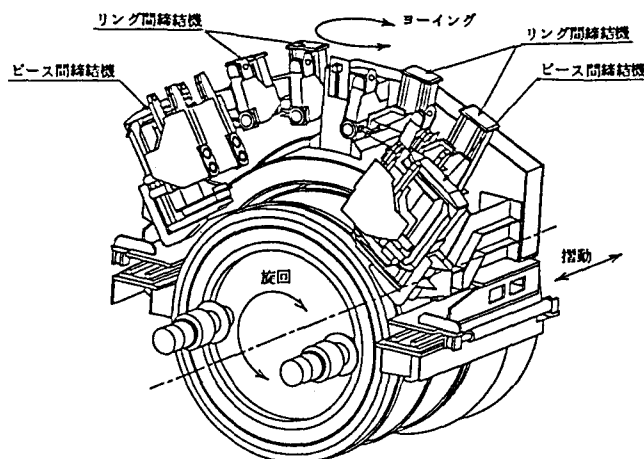


図-1 ボルト・ナット締結装置

2-2 締結機

締結機は、セグメントをトンネルの軸方向にボルトで締結する4台、4本分のリング間締結機と、セグメントを円周方向にボルトで締結する4台、8本分のピース間締結機とからなる。後者は、1台の締結機で2本のボルトを1度に締結できる。

ボルトの締め付けには、ACサーボモーターを使ったナットランナーを使用して入り、1本のボルトの1

台ずつ装備されている。ボルトは油圧のチャックで固定され、ナットランナーはチェーンを介してナットを回転させる。ナットランナーでは、締め付けトルクの管理を行っている。

ボルト締結機には、挿入と引き寄せの2軸がある。挿入軸はボルトボックスの深さ方向の位置決めを行い、引き寄せ軸はボルトの締め付けに同期したボルト・ナットの軸方向の移動を行う。また、ピース間用ボルト締結機には、Kセグメントのテーパ角に対応するため、2台の締結機に同時にテーパ角を与える振り軸がある。図-2にピース間用ボルト締結装置を示す。

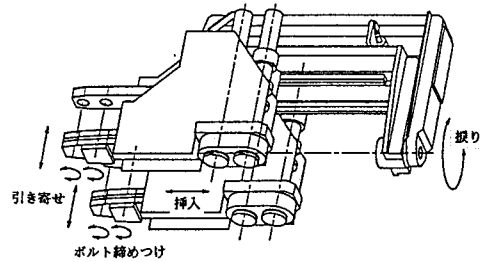


図-2 ピース間用ボルト締結装置

3. ボルト・ナット供給装置

これまで開発されたボルト締結装置へのボルトの自動供給装置は、締結装置の近傍に設置されてきたため、この方法では締結装置廻りが大型化、複雑化し、小口径シールドへの対応が困難とされてきた。そこで本システムでは、エレクター装置とボルト・ナット締結装置を分離したメリットを生かし、エレクターがセグメントの供給を受けている間に、ボルト・ナット締結装置は別の場所でボルトの供給を受けることにした。

そこで、エレクターはセグメント把持部が真下となる位置でセグメントの供給を受けるので、ボルト・ナット締結装置は締結機が真上となる位置で止まり、ボルトの供給を受けることにした。締結ヘッド部は、ボルトと同数が用意されているので、セグメント供給と同時に、1セグメントの締結に必要なすべてのボルトを受け取ることができる。そのためのボルト・ナット供給装置を、エレクターのセグメント把持部と反対側に設置することにした。

ボルト・ナット供給装置の役割は、8台の締結機、12のナットランナーに、高速かつ正確にボルトを供給することである。そこで、ピース間用締結機4台、リング間用締結機4台の2台ごとに1台ずつ供給装置を設け、1台の供給装置が2回繰り返すことにした。ピース間用の締結機は、1ボックス2本の締結を行うため、締結機には2本のボルトが同時に供給できるようにした。

また短ボルト方式では、締結機にボルトとナットを別々に供給する必要があるが、ここではボルトとナットを組み合わせた状態で供給し、締結装置がボルトをボルトを受け取った後に、ナットランナーを逆回転することでボルトとナットを分離することとした。今回開発したボルト・ナット供給装置を図-3に示す。

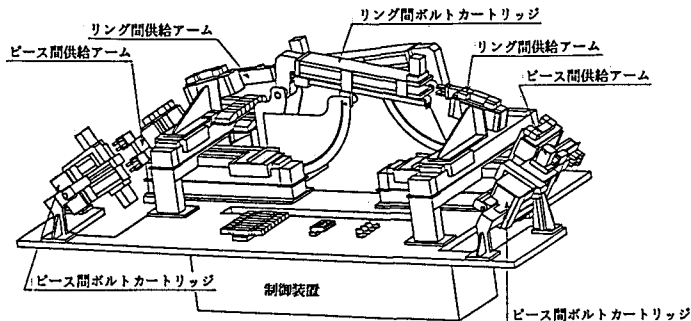


図-3 ボルト・ナット供給装置

4. おわりに

小口径トンネルにまで対応できるセグメント自動組立装置のためのボルト・ナット締結装置・供給装置を開発を行った。本システムは、ボルト締結装置分離型エレクターを採用することで、小型化と作業の効率化の両立を実現し、直径5m以上の密閉式（泥水式・土圧式）シールドへの適応が可能となった。