

油圧不要の新工法 —トルク入力式ジャッキアップシステム

島崎吉春・八木伸夫

本システムは、くさび・ギヤとこれらを包む架台フレームにより構成されたジャッキにより、油圧を使用せずに桁の扛上・扛下と仮受けを可能としたものであり、トルクアップと称している。ジャッキの上下動は電動ドライバーを使用し、その回転力（トルク）を使いくさびに水平力（押し引く力）を与え、くさび作用により上下の動きに転換することでジャッキアップを行い、油圧ジャッキを使用しないことにより、コンパクト化・軽量化を図り狭隘部でのジャッキアップ及び桁の仮受けを可能としたのである。

キーワード：くさび、ギヤ、トルク、ドライバー、コンパクト・軽量化

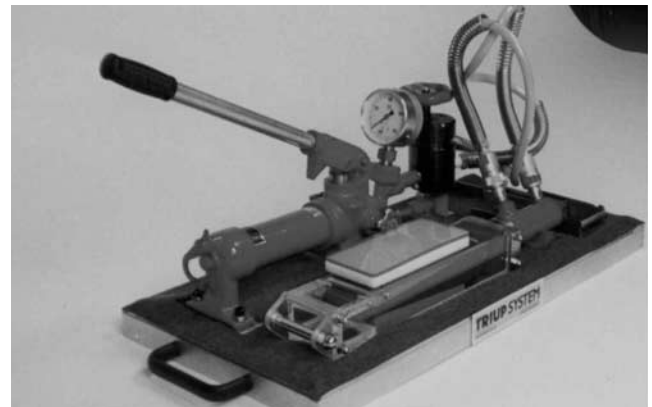
1. はじめに

トルクアップの特色は、

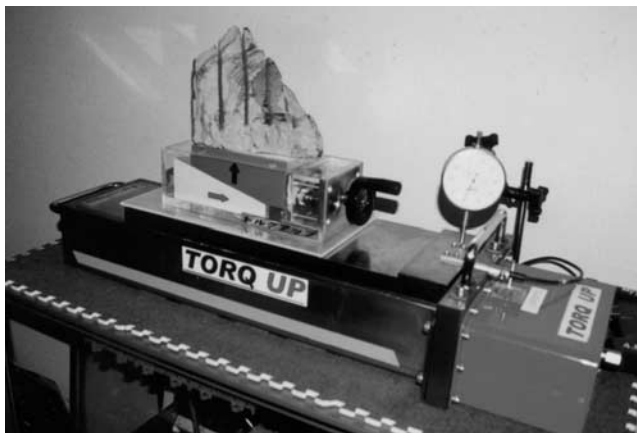
- ①鋼橋、RC、PC 桁その他重量構造物のジャッキアップにおいて扛上と仮受けを同時に行うことができる。
- ②トルクアップ（写真—1）表面のテフロン加工により代替沓としての機能があり、大規模な桁補強や扛上用ブラケット等の仮設備が必要な従来工法を簡素化することができる。
- ③トルクアップ本体の幅広な底面により受圧面（橋台や橋脚等）にかかる力を分散し反力を受ける構造物への応力負担が低減できる特徴を有し、安全性の面で有効である。

このような特色を有するトルクアップは、その先行

技術として開発されたトライアップを元に、新たに開発された新技術である。元のトライアップは、それまで施工困難であった狭隘部でしかも、供用化における支承補修工事において、くさび構造のジャッキシステムの技術開発によりシステム化したものである。トライアップの概要を写真—2に示す。



写真—2 トライアップの概要



写真—1 トルクアップ

その後、トライアップは、支承補修工事を中心に技術ニーズに合わせて、改良と開発を進め、施工実績を重ねることで新技術、新工法として着実に実績を重ねてきたのである。しかし、一方で使用者側からは以下のような改善・改良の要求が高まった。

- ①重量を軽減し狭隘部での動きがスムーズになるようにしてほしい。
- ②油圧ポンプの扱いをさらに簡易的にできないか。
- ③リース単価はやすくならないか。

支承補修が一般的に行われるようになると、油圧ジャッキメーカーもジャッキの開発を進める中で、トライアップと同様の低揚程のネジロック式ジャッキを開発した。

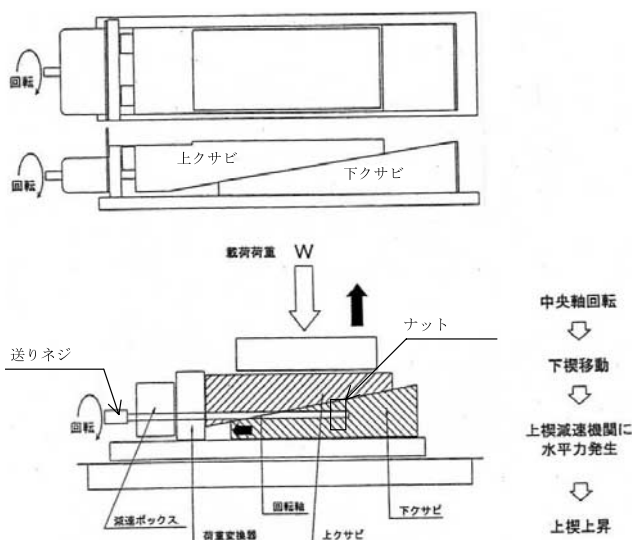
トライアップは扛上と同時にクサビ後端のストッパーの装填によりくさびの水平移動を静止させる機能で仮受け時の扛下動作を防止している。しかし、大きさと扱い易さ、さらにはリース価格面において、ネジロック式に若干引き離されている。また、RC、PC 桁の支承取替え工事においては、コンクリート橋の桁構造特有のフランジ幅が広いうえに桁下のクリアランスが非常に小さいため、低機高のトライアップにおいてもストッパーの設置が不自由であり、橋台の天端をはつり、施工空間を確保した上でストッパーを設置しているのが実情であった。

開発したトルクアップは、

- ・油圧ジャッキに変わるシステムの導入
 - ・ギヤの噛み合せによるトルク入力方式によるくさびの移動
 - ・ギヤ制御方式によるストッパー機能の開発
- を研究課題にした新たな技術開発により生まれたものである。

2. システムの概要

トルクアップのシステムは、トライアップシステムの改良を重ねたものであるが、大きな違いは油圧シリンダーを無くし、ギヤによるトルク制御方式を用いた点である。これにより、軽量化と供用化における安全性の向上が実現された。そのシステムは、図—1に



図—1 トルクアップシステム

示す通りである。

ジャッキアップのメカニズムは、送りねじを回転させることにより、ナットが取付けられた下側ブロックを前後に水平移動させ、上側ブロックを上下に移動させる機構となっている。モーター等の動力が内蔵されていないため、ギアケースから突き出たシャフトを電動レンチ等で回転させて使用することができる。

また、シャフトにトルクを加えないと送りねじが回転することがないため、ジャッキが自然に降下することはない。

トライアップの弱点のひとつとして、構造の重要部位であるくさびの表面がストッパープレートの装填時に、粉塵等により汚れるとくさびのすべり機能の低下をまねき、本来の性能を満足できないことがあった。この部位は上下動が伴う個所であり養生方法が難しく、安全な防護構造にする技術改良がなされていなかった。この問題の改良として、半密閉構造とし、くさび部分に粉塵が入りにくい構造改良を行っている。

本システムのギヤ回転による上下動は、約 200 回転で 1 mm の上下動である。よって、微妙な調整を行うことができ、0.1 mm 単位で上下動を管理することも高さ管理上のゲージを準備することにより可能である。

小さなトルク（回転力）で大きな扛上力が得られる。構造物の重量が 100 t であれば 14 V の電動ドライバーで扛上させることができ、1000 t の構造物は 100 V の電動トルクレンチで扛上させることができる。

トルクアップには、荷重（反力）の検知能力システムが導入されており、荷重オーバーによる事故を防止するための機能を備えている。

3. 施工の効果

トルクアップを使用することによる施工の効果として以下のことが挙げられる。

- ① 供用中の橋梁を通行止めや徐行等の通行規制をすることなく施工することができる。
- ② 狭隘空間においても施工が可能である。
- ③ 桁の補強量が従来工法（主桁付ブラケット工法）と比べコンパクトである。
- ④ 桁補強が比較的少ないことと、ジャッキ設備がコンパクトなため工期の短縮、工事費の低減が可能である。

以上の効果が具体的に現れる工事が支承補修工事である。支承の役割は、上部工からの荷重を円滑、安全に下部工に伝えるとともに橋梁の機能を発揮させる重

要な部位である。維持管理上、老朽化や機能上のために支承を取り替えるにあたり、上部工のジャッキアップ中に一般車両の交通規制や通行止めをしないで施工する場合、ジャッキアップによる橋面上の段差の異常による車両への安全を確保するためにも施工高さの管理は、重要な管理項目である。この点トルクアップは、0.1 mm から管理できる機能があり、構造物の急激かつ異常なジャッキアップ状態にはならない安全機能上の効果がある。

4. 施工方法の比較

国土交通省の「公共工事等における新技術活用システム」においてトルクアップ工法を「テーマ設定技術募集方式（フィールド提供）」に応募し、審査対象工法として申請し試行したものである。本フィールド工事における審査結果を踏まえた事後評価結果の資料に基づき、従来工法とトルクアップ工法との比較について述べることにする。

本フィールド工事の対象橋梁は、4主桁の単純合成鋼桁であり、その橋梁の8基の支承取替え工事を対象に従来工法（主桁付きブラケット工法）とトルクアップ工法（主桁直下支持工法）の工法比較を行ったものである。図-2に従来工法とトルクアップ工法の工法比較を示す。

図-3に示す作業フロー工程から支承取替工の施工日数の比較を行ったところトルクアップ工法は従来工法の約1/2の施工日数でできることがわかる。

図-3のトルクアップ工法と従来工法の大きな違いは、上・下部工にブラケットを取付けるための作業（仮受ブラケット孔明け及び取付工、高力ボルト本締工鉄筋探索・マーキング、コア削孔、アンカー挿入・樹脂注入・養生、下部工ブラケット取付工）がトルクアップ工法には無いことである。これらの作業工程は従来工法が4.3日でトルクアップ工法は1.8日の施工日数であるので、2日強の施工短縮になっている。

橋梁全体では8基の支承があるので、8基分の支承全体での工期短縮は12.7日（従来工法27.0日－14.3

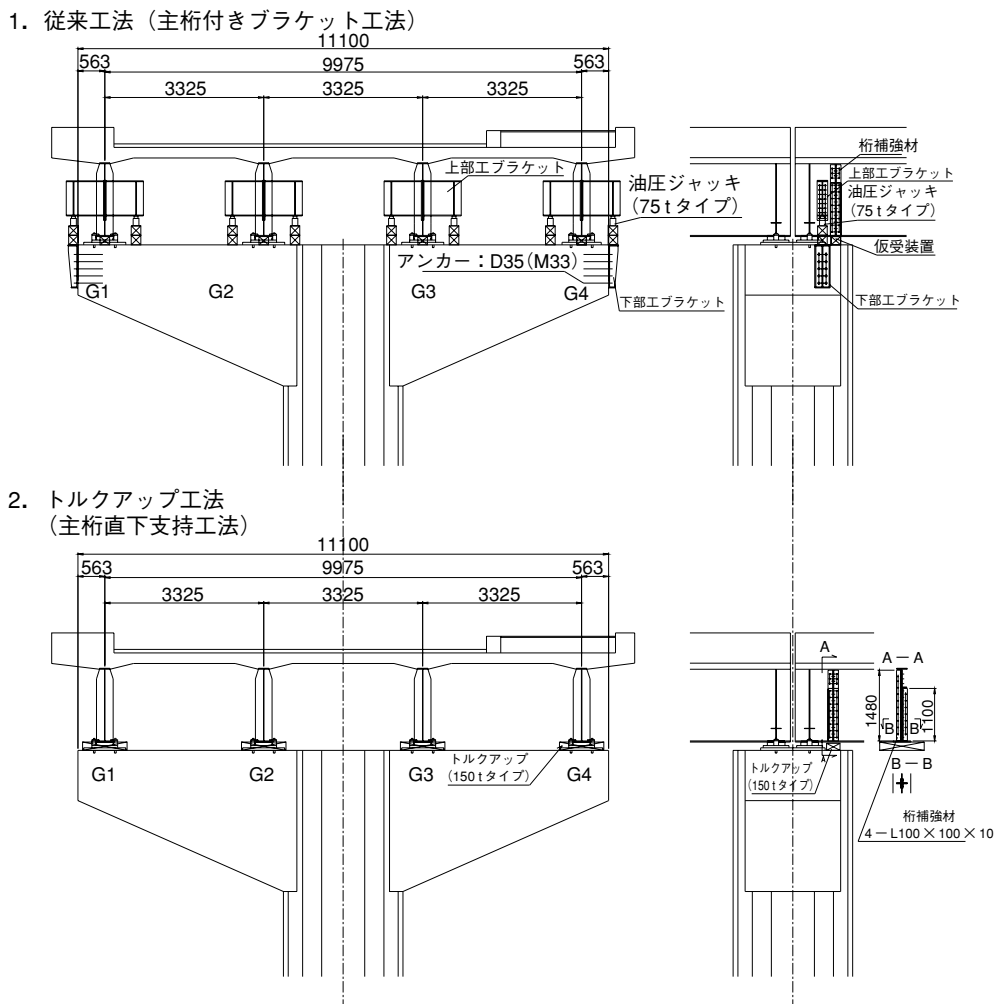


図-2 従来工法とトルクアップ工法の比較構造

支取替工 施工日数比較

(条件) 1パーティとする。
1日の実労働時間→7.0h*60分=420分とする。

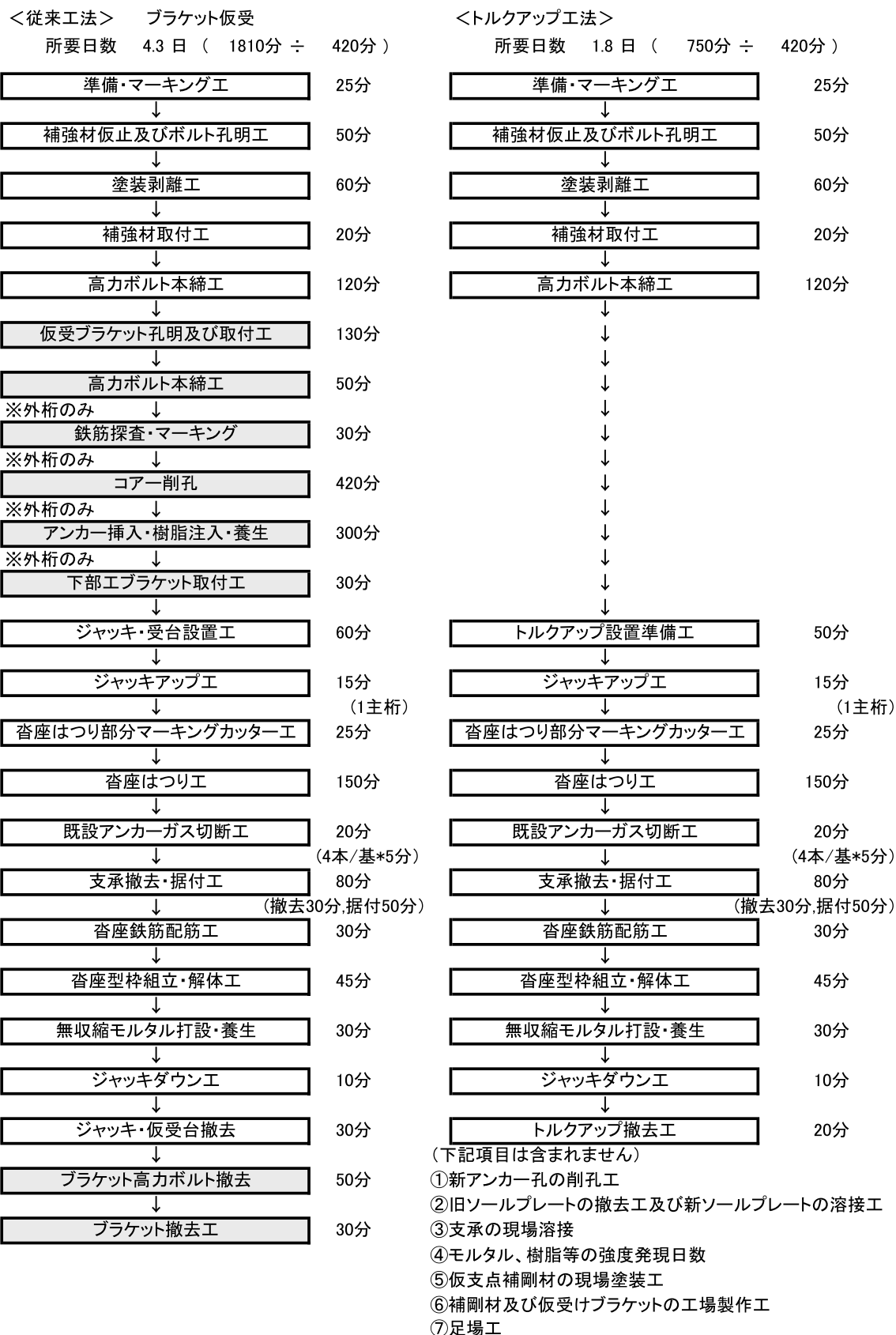


図-3 作業フロー工程 (支取替工 施工日数比較)

日)である。率であらわすと
 工期短縮率(全体) = $100 - (27.4/14.3 \times 100) = 47\%$
 の工程短縮が図られることになる。

この工程短縮の効果は、

- ・仮受け工程の短縮化による安全施工が図れる。
- ・施工日数の効率化による経済施工が可能となる。
- ・施工工種削減に伴う手間の減少による安全性と効率性が向上する。

5. 施工事例

過去の施工事例についてトルクアップの特性を活用した事例について記述する。事例はゲルバー部の支点部の支承取替え工事である。ゲルバー桁のヒンジ部は作業スペースが狭くこの個所の支承を取替えるにあたり、ジャッキの設置場所が非常に狭い場合が多くある。この事例も桁遊間が狭いところで163mmと狭小でありかけ違い部の支承設置高さも113mmと低い施工遊

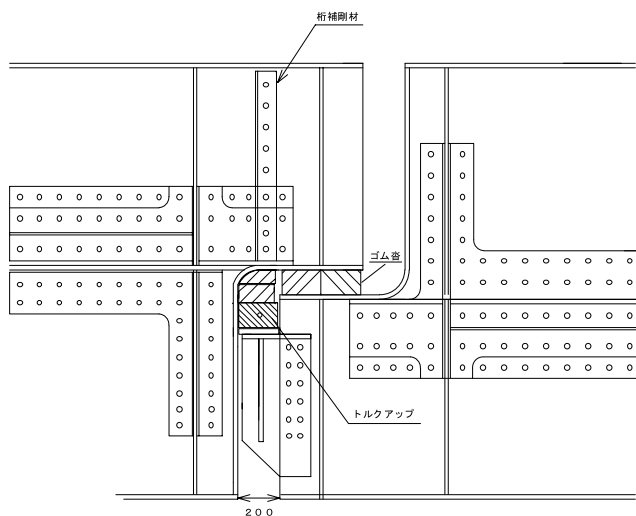


図-4 ゲルバー部のトルクアップ設置構造

間であった。(本個所については、標準トルクアップの最低幅が200mmであるので特殊トルクアップによる施工を行った。)

現地施工環境の幅、高さとも使用環境に満足できるジャッキとしてトルクアップを採用し図-4、写真-3、4に示す構造にてトルクアップを設置し、ゲルバー桁部の支承を取替えた。

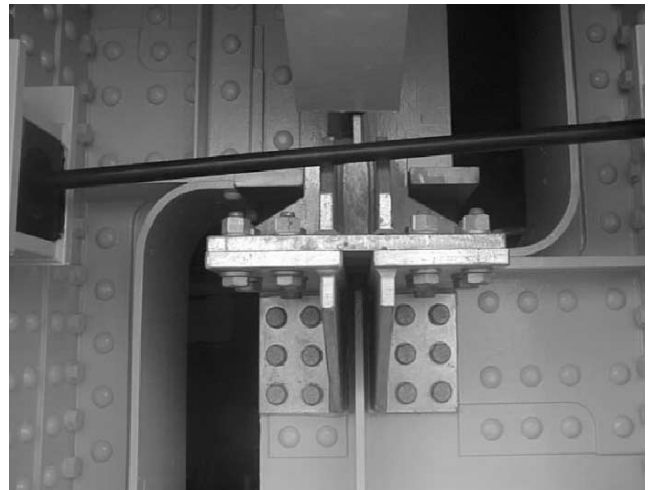


写真-4



写真-5

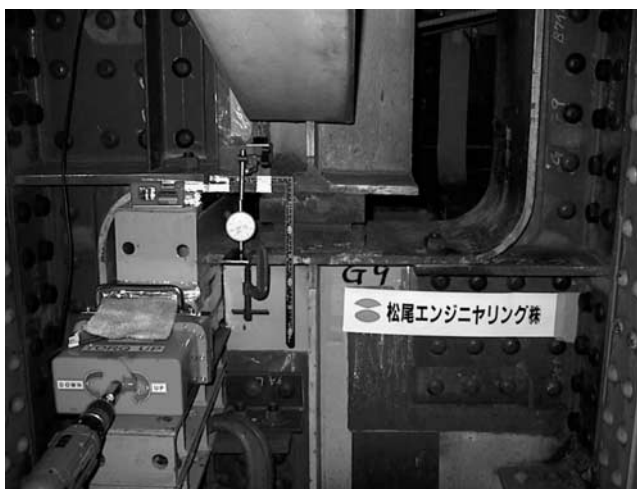


写真-3



写真-6

図—4 はゲルバー部におけるトルクアップの設置環境を表しており、桁遊間部に設けた鋼製ブラケット上にトルクアップを設置し、ジャッキアップポイントを構築した状況を示す。写真—3 は図—4 の実状写真を示すものである。写真—4 は既設支承を新設支承に取替えた完了後の状況を示したものである。

写真—5, 6 は RC 中空床版桁において、空頭制限のある空間内にトルクアップを設置し、ダイヤルゲージの読みによる扛上・扛下管理を行っている状況を示すものである。このように狭隘部でのトルクアップを使った構造物の仮受け用途は、希少価値のある方法と思われる。従来工法ならば橋台や橋脚の部分にアンカー削孔のうえ仮受けブラケットを作り、仮受けポイントの増築を行わなければならない工法に対し、トルクアップの場合には仮受けとジャッキアップが一度にできるので大掛りなブラケットを設ける必要が無いメリットがある。

6. トルクアップ工法の今後

高度経済成長時代に作られた橋梁構造物は、40 年以上の年月を経た使用環境に入りつつある。今後の社会資本を維持し、限りある資源を将来の資産として長く使用していかなければならない。

橋梁構造物の支承部の劣化は、進行しつづけるものと思われるが、早期点検、早期判定、早期補修、早期補強を行うことにより構造物の延命化が図れるものと考えられる。この補修・補強におけるトルクアップの役割は、ギヤの回転とくさびの移動により小さなトルクで大きな重量物を持ち上げる装置として効果を発揮するものと考えられる。150 t のトルクアップは 1 mm 扛上するのにギヤを 200 以上回転させる必要がある。0.1 mm 以上扛上させるには電動ドライバーで 20 回以上回転させるだけで、誰が行っても同じ結果になり 0.1 mm 単位にて扛上・扛下ができるのがトル

クアップの特徴である。

回転力を扛上・扛下の力に変える機能と 0.1 mm のレベル管理を誰が行っても同じ結果になる能力は、今後の重量構造物の微妙な高さ管理が必要な構造物に使用される用途の拡大が期待される。

7. おわりに

トルクアップは、前進技術のトライアップの改良から生まれた新技術である。トルクアップは回転力を与えるとき 200 以上回転しないと 1 mm 以上の扛上ができないが、逆に慎重な安全施工が必要な構造物を 0.1 mm の精度管理にて扛上・扛下する場合に活用の可能性を秘めている。

その活用用途の拡大に向けて、新しい技術分野での効率化に役立つために現場で使用しやすいような技術改良を加える開発を続けることを願っている。

JCMA

NETIS 登録 KK-010051-A

《参考文献》

- 1) 国官技第 14 号 国官総第 24 号 平成 19 年 4 月 23 日
公共工事における新技術活用システム 事後評価結果通知書
- 2) 公共工事等における新技術活用システム NETIS 登録のお知らせ
平成 19 年 3 月 6 日

【筆者紹介】

島崎 吉春 (しまざき よしはる)
松尾エンジニアリング株式会社
工務部
部長
技術士 (建設部門)



八木 伸夫 (やぎ のぶお)
松尾エンジニアリング株式会社
構造保全部
課長代理

