

① 大規模土工における作業は、大型ダンプ、モータースクレーパー、ホイールローダーなどを必要とし、これらは、経営的に弱いまた技術管理能力の低い重土工専門業者の施工力に依存させている。所有する高額（数千万円～1億円）の機械を遊休させることによって、すぐ倒産に至る業者が多くみられる。

② 土工工事のみならず、工事を発注する官公庁の設計見積りをする技術者の大部分は、業者側からの新機種による施工の提案をよく認識してくれない。したがって、省力化の新工法も、時間を経なければ官公庁の採用に至らない。

③ 工事設計が人力を多く必要とする工法を取らざるを得ないようになっており、施工以前の設計段階において省力化を推進する必要性を痛感する。

④ 小型土工の機械化の範疇は、多くの場合下請あるいは専門業者の作業になる場合が多い。業者に能率的な機械を使用するようにしても、購入資金に乏しく、また機械を使用することによって労務歩掛りを減らされると利益が少なくなることを恐れ、能率化に必ずしも協力的ではない。

土工機械の運転もほとんどの機械が運転員の熟練にまつものが多いが、アメリカ合衆国なみのレベルまではわが国の環境では望みうべくもなく、別途の対策を開発する必要もある。

注 記

- 1) 企業者：日本鋼管扇島埋立工事，施工：日本国土開発・三菱建設。
- 2) 企業者：長崎県，施工：フジタ工業・日本国土開発・鹿島建設・熊谷組。
- 3) 企業者：広島市，施工：青木建設。

Ⅲ. 港 湾 ————— 坂田 宏 人*

1. 港湾工事の特殊性

一般に、港湾工事といっても、全然水に関係なく施工できるものと、水に影響されるものがあり、水に影響される工事の施工にあっても、陸上施工が可能な場合と、作業船などにより海上施工をしなければならない場合とがある。

* 五洋建設（株）工務部次長

港湾工事の特殊性は、おおむね海上作業施工上の特殊性と考えられる。

海上作業の作業場あるいは作業基地は作業船であり、フローティング形式のものが多い。

そのために、風、波浪、潮位、潮流など、気象・海象により稼働率が大きく左右されるとともに、潮間作業、夜間作業など、断続的あるいは変則的な就労を余儀なくされることが多い。

最近では、気象・海象の影響による稼働率の低下を防ぐため、Self Elevating Platform (SEP) といって、脚を海底にたて、ポンツーンを海上に持ち上げて固定した作業台が開発され、気象・海象の悪い場所や、とくに精度を要求される工事の施工に活用されている。

海上工事の測量に関しても、広い海上の位置ぎめや、直接目で確認できない水中の遣方出し、深淺測量など、陸上の測量と違った意味での難しさがある。

2. 港湾工事における労働力の問題点

港湾工事に従事する労働者を職種別に大別すると、一般労働者（土工）のほかに、特殊技能職として作業船船員、オペレーター、潜水夫、鉄筋工、大工、溶接工、とび工などがある。

鉄筋工、大工、とび工、溶接工などの仕事そのものは陸上工事における仕事内容と大差ないが、海上での作業、とくに作業船による施工の場合、船の扱い、船の動揺、潮位の変化などに対する熟練が必要であり、経験のない者では十分に能力を発揮することは困難である。また、作業場所が作業船という狭い限られたスペースであり、陸との交通も不便な場合、そこで作業する者は一人何役かの仕事をこなすことが要求される。

作業環境が、せまいスペースの上に船体が動揺し、一歩あやまれば海に転落するという危険なものであり、安全管理上、不なれな者は使いにくい。

以上の点から、港湾工事に従事する者は、海上作業に経験の深い熟練者であることが望ましく、また、あまり体力のおとろえた者や足元の弱い者は困るわけである。したがって、現在の一般的情勢である「後継者の不足と老令化」という傾向は、とくに影響の大きい問題点であり、今後なおいっそうの省力化が望まれる。

3. 港湾工事における省力化の現状

港湾工事の省力化の現状について、機械力による省力化、施工方法による省力化、労働力の省力化などについて考えてみたい。

(1) 機械力による省力化

建設業における省力化の基本的な方法は機械施工であり、また機械の大型化による施工能力の増大にあると考えられる。機械化施工も施工法の改善も、機械が改良され開発され、そして普及しなければ前へ進むことはできない。

港湾工事では、陸上工事に比べて一般に構造物の断面が大きいと考えられる。したがって、1か所に大量の資材を投入しなければならない。その上、気象・海象による稼働率の低下もあり、施工可能なときには思い切った能率をあげる必要がある。また、施工対象が水中であり直接人力で施工することは不可能なケースが多い。そのため、従来比較的機械による施工が行われてきたと考えられるが、近年施工機械の改良開発と普及がめざましくまた大型化されて、その活用範囲はひろがり、施工能力はますます大きくなってきた。現在、港湾工事施工の機械化に最も寄与しているものは、クレーン関係の普及と大型化であろう。

クローラークレーン、トラッククレーンなどが普及して簡単に使用できるようになったことによって、いまままで、人力作業をしていたものが機械施工できるようになり、省力化に大きく役立っている。以下、各工種ごとに機械による省力化の現状を考えてみよう。

a) 浚渫工事

浚渫工事はもともと浚渫船で施工され、比較的人力作業の少ない工種であるが、最近浚渫船が大型化され、施工能力が増してきたことにより、省力化が進んでいる。

船が新しく大型化されるとともに、運転機構、機関関係の集中管理方式がそれぞれ進み、船内のクレーンなどもよりいっそう整備され、ワイヤーロープの巻取りウィンチも増設されて、馬力数の増加の割には、船員の増加は少なくてすんでいる。また、船体の大型化により波浪による稼働率の低下を減少させるとともに、作業環境の整備も進み、施工能率の上昇とともに、省力化に役立っている。

受枠配管工事では、クローラー台船、トラッククレーンなどの普及により、鉄管の横持ち、小運搬が楽になりまた、重いものも簡単に動かせるようになったので、陸の上の足場のよい所でできるだけ継ぎたし、海上で作業を少なくして能率をよくしている。最近、軟弱な埋立地が多くなり、埋立地の中に簡単には立ち入れない場合も多いが、ドロシー、マーシーなど水陸両用の作業機械が開発されて、軟弱地での作業能率上昇にかなり役立っている。

b) 護岸工事

護岸のタイプには、捨石式、捨石とコンクリートブ

ックやケーソンの混成堤式、矢板鋼管矢板式などがある。矢板式については、次の岸壁の項でふれることにして、ここでは混成堤について考えてみる。

基礎捨石の運搬投入は、人力投入の時代から、クレーンを利用したガット船や専用の石運船による方法にかわり、大幅に労働力の削減が行われている。

しかしながら、捨石均しに関しては、依然として潜水夫の手作業に頼らざるを得ないのが現状であり、護岸工事、防波堤工事などの施工上ネックになる場合が多い。

潜水作業も、人力による手押しポンプをコンプレッサーに変えるなど、省力化されているが、手作業では施工能力に限度があり、作業可能な深度にも限界があるなど捨石均しの施工は、港湾工事における省力化の今後の重要な検討課題であろう。

現在その対策として、捨石均し機や水中ブルドーザーなどの開発が各方面で行われているが、まだ十分には実用の域に達していない。早晚実用に耐えるものが開発され、施工能力も増大し、省力化されてくるものと期待される。

堤体は、方塊、レ型などのコンクリートブロック、ケーソンを陸上のヤードで製作して現地に運搬、すえ付けて、その上に上部場所打ちコンクリートを打設してつくられる。

コンクリートブロック、ケーソンなどの製作は、陸上のコンクリート工事と変わりがなく、生コン使用や、クレーン、コンクリートポンプの使用により省力化されている。

ケーソン製作は、陸上ヤードで行う場合、スリップウェイなどの設備が必要で、簡単にどこにでもヤードを求めるということではできない。最近、起重機船が大型化し直接吊りおろすことができるようになったが、これも数が少なく、どこでも行えるというわけにはいかない。そのため、ケーソン製作用浮ドックが開発されて活躍している。

浮ドックは、どこにでも曳航できるので、現場の近くに適当な場所さえあれば、ケーソンの曳航が楽になる。また、進水もドックを沈めるだけで静かに行えるので、危険も少なく手間もかからないなど、省力化に役立っている。

上部コンクリートは、陸上から施工できる場合と海上から施工しなければならない場合とで、施工方法が違ってくる。海上施工の場合は防波堤の項で述べることにして、陸上から施工するときの省力化に最も役立っているのは、コンクリートポンプであろう。コンクリートポンプの利用により、棧橋を組んだり、コンクリートを人力で運ぶ手間がはぶけるようになった。

c) 岸壁棧橋工事

接岸施設には、重力式、矢板式、棧橋式などがあるが重力式岸壁の構造は護岸工事の堤体と同様であるので省略して、ここでは矢板式、岸壁および棧橋について述べる。

矢板式岸壁および棧橋工事の主要作業は、矢板、鋼管矢板、鋼管杭の打設であり、したがって、省力化のポイントは、杭打船の改良および矢板や鋼管の小運搬、吊込みなどにある。

杭打船は、棧橋構造に斜杭が設計されはじめてから、以前の固定式やぐらから前後に傾斜できるような構造に変わり、また、長尺杭、大口径杭の採用により、ハンマー、船体、やぐら高など、ますます大型化されている。

ハンマーの大型化により、矢板を二枚打ちや三枚打ちして、工程の短縮をはかることができるようになった。

船体が大きく、やぐらが高くなったために、波浪による稼働率の低下を防ぎ、作業環境をよくするとともに、海上での継ぎ杭を少なくすることができ、省力化に役立っている。

また、新しい機械の開発により、操船ウインチや、巻上げウインチの操作も集中管理方式に変わっている。

やぐらを傾斜できることが杭の吊込みを楽にし、打設能率を向上させた。

鋼材の小運搬には、トラッククレーン、レッカーなどがフルに活用されている。

d) 外洋工事

最近の防波堤はケーソンタイプが多く、前面被覆も消波ブロックで行われるようになった。また、堤体が消波ブロックのものも多くなった。

捨石やケーソン製作、すえ付けについては護岸の項で述べたが、上部コンクリートを海上打ちしなければならない場合の施工には、頭を悩ますことが多い。台船やガット船で運んだり、ケーブルを張って運搬することもあるが、施工能力、品質管理面などに問題がある。最近、コンクリートプラント船が改良・大型化されて、その利用が多くなりつつある。新しいプラント船では、陸上の生コン工場と同様のプラントが設備されてコンクリート打込み能力も大きくなり、品質管理もよくなっている。操船ウインチの改良によって操船も楽になり、打設に要する労務者も少なくてすむようになった。

消波ブロックの製作にあたっては、コンクリート打設、仮置ともほとんどレッカーやトラッククレーンで行われている。海上運搬すえ付けは、通常台船に積み込んで運搬し、非航起重機船ですえ付けするが、波浪による影響を大きく受ける。最近、自航式起重機船の改良により、運搬すえ付けをいっしょに行ってしまう方法がとられるようになった。自航起重機船は、非航起重機船に比べて波浪に強く、稼働率をあげられるため、外洋工事には有

利である。

最近、波浪・潮流が激しく、フローティング形式の作業船では施工困難な場所での工事が増加している。そのため、自由に昇降できる作業台（SEP）が開発されて利用されはじめた。SEPであれば、作業台が水の上に出て、波や潮流の影響を受けないので、稼働率が大幅にアップされる。ただし、SEPは移動の際いちいち作業台を昇降させなければならず、時間がかかるので、集中的に大量の施工をするとき最も能力を発揮できる。

(2) 施工方法による省力化

a) 陸上施工化

前述のとおり、海上作業の場合、気象・海象の影響で稼働率が大幅に変わり、労務者、作業機械の計画的配置や連続稼働が難しく、手待ち時間が多くなる。したがって、できれば、陸上から施工することが望ましい。施工計画をたてるときには、いかにして海上作業を少なくするかということが検討される。

矢板岸壁施工の場合、岸壁線が陸地であれば陸上で矢板を打ったのち前面を浚渫するが、ときには多少埋戻しをしても陸上打ちにすることもある。

遠浅の所に防波堤を突き出す場合には、消波ブロック構造とし、陸上からクローラークレーンで巻き出していくことが多い。防波堤が陸地とつながっているときの場所打ちコンクリートは、ほとんど陸側から打設していく。防波堤の被覆工は、堤体完成後であれば堤体上にクレーンに乗せて、そのリーチのとどく範囲を陸上施工することが多い。

コンクリート構造物をプレキャスト化して、陸上で製作したものを現地に運び、設置することも検討されている。従来、ケーソンの蓋コンクリートは現場打ちされていたが、最近、あらかじめ陸上で規定の厚みのコンクリート版に製作しておき、中詰投入後直ちにかぶせて、まわりの間隙を填充して固定する方法もとられている。

そのほか、小型船舶用棧橋で、上部床版を陸上で製作し、起重機船で吊って杭にかぶせる方法も行われたこともある。海上における支保工・型枠の施工が省略されるので、省力化できると思う。

港湾工事におけるプレキャスト化はまだ研究の余地があり、今後の省力化の検討課題と思われる。

b) 型枠のプレハブ化

最近の型枠はほとんどメタルフォームが使用されている。メタルフォームの使用とクレーンの普及とから、最近コンクリートブロックやケーソンの型枠は、あらかじめ大きなパネルに組んでおき、クレーンで吊って手早く固めることが多い。防波堤の上部コンクリートの型枠は波による破損の危険が多い。そのため、型枠の組立ては

極力早くしなければならぬ。現在では、陸上で完全に組み立てて起重機船で運び、現地では堤体に固定するだけとすることもある。潮間コンクリートの場合には、型枠組立てとコンクリート打ちを一潮で行わなければならない。潮待ちの時間も生じるので、その間に陸上で組立てをしておけば、防波堤上での作業時間が節約できて有利である。

e) 工程管理および労務者使用計画

工程計画および施工管理はネットワーク手法で行われ、労務者の山積み、山崩しを行って、むだがなくむりのない労務者の使用計画を立て、労務管理を行っているが、今後とも電算機の活用などにより、ますます有効に活用されるように研究されなければならない。

d) その他

海上作業では、陸地との交通・連絡は通船に頼らざるを得ず不便である。海上での測量には、とくにその感が強い。その点、最近は無線機やトランシーバーが普及して便利になり、港湾工事における必需品になっている。測量機械も、音波や電波、あるいはレーザー光線による測量機械が開発されている。ポンプ船には、ジャイロコンパスやセキスタントが装備され、測量手間が軽減されている。

そのほか、水中カメラや水中テレビの開発で、水中構造物を直接見ることができるようになったことも大きな進歩であろう。今後とも、新しい機器の開発に期待したい。

(3) 労働力の省力化

先に述べたように、港湾工事に従事する労務者は、特殊技能職、一般労務者を問わず、海上作業の経験者でなければ十分な働きはできない危険率が高い。しかしながら、現在の社会情勢から後継者の確保が困難であり、将来が憂慮されるところである。とくに、潜水夫、とび工、大工など特殊技能職にその傾向が強い。

潜水夫は相当の体力を要する上に危険な作業であり、

免許制度がきびしいことなどもあって希望者が少なく、全国的に不足している。最近では、比較的短期間に技術の修得ができるアクアラング潜水夫が多くなり、簡単な作業に使われるケースが増加している。機械化施工の研究とともに、今後の検討課題であろう。

港湾工事において、とび工の作業は矢板や杭の打設がほとんどであるから、杭打船の改良により、杭打作業をより容易に行えるようにして、とび工の必要度を少なくすることが肝要と思われる。

大工についても、コンクリート構造物の形状をできるだけシンプルなものにするとともに、プレキャスト化を進めて、型枠作業の簡便化をはからなければならない。

なお、作業内容の簡易化とともに、優秀な特殊技能職の養成も肝要であり、労働省かあるいは民間企業が合同で、これらの養成機関を設立し、後継者の育成をはかることも検討されるべきであろう。

一般労務者は、ほとんど季節労務者であり、固定化は困難である。しかしながら、港湾工事においては、その特殊性から、一般労務者といえども海上作業の経験者が必要であり、極力固定化して作業になれさせなければならない。また、固定化することにより、一人何役でもこなせる労務者を少しでも多く養成し、省力化をはかるべきであろう。そのためには、作業環境の改善、厚生施設の整備、福祉条件の向上などをはかり、労務者にとってきわめて魅力ある職場にするよう努力しなければならない。

あとがき

以上、港湾工事の省力化について、現在の実情と問題点について、思いつくままに述べてみた。この問題は、今後ますます重要な課題になるであろうし、検討の余地も多いものと思われる。

識者各位のご研究とご指導を期待してやまない。

土木学会海洋構造物に関する調査研究委員会編

好評発売中!

海洋鋼構造物設計指針(案)解説

B5・190 ページ
タイプオフ印刷

定価 1700 円 会員特価 1500 円 (〒140 円)

第1章 総則、第2章 荷重、外力等設計条件、第3章 材料および許容応力度、第4章 地盤および基礎の設計、第5章 構造物の設計、第6章 浮上時の安定、参考資料等

申込先: 土木学会または全国主要書店(書店経由の場合、会員特価は適用されませんが送料はかかりません)。