

# コンクリート工の生産性向上のための プレキャスト化の推進について

市村 靖光<sup>1</sup>・高野 進<sup>4</sup>・笹川 隆介<sup>2</sup>・古本 一司<sup>3</sup>

国土交通省国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地）

<sup>1</sup> E-mail: ichimura-y92pi@nilim.go.jp

<sup>2</sup> E-mail: sasakawa-r924a@nilim.go.jp

<sup>3</sup> E-mail: furumoto-k2qk@nilim.go.jp

<sup>4</sup> 国土交通省東北地方整備局郡山国道事務所（〒963-0111福島県郡山市安積町荒井字丈部内28-1）

E-mail: kouno-s82ac@mlit.go.jp

国土交通省では、平成8年6月に策定した「土木構造物設計ガイドライン」において、土木構造物を建設する際の生産性向上に資する設計の基本的考え方（構造物形状の単純化、使用材料及び主要部材の標準化・規格化、構造物のプレキャスト化、新技術及び新工法の採用等）を示している。また、ガイドラインの考え方をさらに詳しく解説し、具体的な構造物の設計に際して参考となるよう、「土木構造物設計マニュアル（案）-土工構造物・橋梁編-」（平成11年11月）及び「土木構造物設計マニュアル（案）-樋門編-」（平成13年12月）も策定している。その後、マニュアルの対象工種に対する施工合理化設計の考え方は広く普及し、現在では一般的となっているが、プレキャスト化や新技術・新工法の採用は必ずしも十分に進んでいるとは言いがたい。また、将来的な技能労働者の不足、コンクリート構造物の大型化、耐震性への要求による高密度配筋の増加等の現状も踏まえ、抜本的な生産性向上を図る必要が高まっている。

**Key Words :** concrete construction , productivity , pre-cast

## 1. はじめに

従来、場所打ち方式による鉄筋コンクリート構造物は、コンクリートおよび鉄筋等の主要材料を最少化する考え方で設計が行われていた。これは、資材費が労務費に比べて相対的に高価であった昭和 40 年当時の施工形態やコスト構造を前提としたもので、主要材料の最少化は結果的に最小コストを達成していることとなっていた。しかしながら、構造物の形状や配筋仕様が複雑となり、施工に当たっては多くの手間を要していた。

その後、平成初期当時における社会情勢の変化（生産技術の向上等により資材価格が相対的に低下し、労務費の占める割合が高くなっている、労働者の高齢化、若年労働力の不足が顕在化している、複雑な加工ができる熟練工、技能工の不足が顕在化している）に対応した設計思想への転換が求められ、国土交通省では、土木構造物の生産性の向上に資する新たな設計の考え方を示した「土木構造物設計ガイドライン」<sup>1)</sup>を平成 8 年 6 月に策定した。

## 2. 土木構造物設計ガイドラインの概要

ガイドラインでは、構造物に要求される安全性、機能性および品質等を従前と同等以上に確保することを前提として、作業時における安全性の向上を図りつつ、少ない作業人員で、かつ熟練工でなくても施工が容易となるようにすることを基本とし、そのための具体的な方策として、構造物形状の単純化、使用材料および主要部材の標準化・規格化、構造物のプレキャスト化を3本柱とし、現場作業の省人化・省力化を重視し、トータルコストの低減を目的とした設計の考え方を示している。

また、ガイドラインの考え方をさらに詳しく解説し、具体的な構造物の設計に際して参考となるよう、「土木構造物設計マニュアル（案）-土工構造物・橋梁編-」<sup>2)</sup>（平成11年11月）及び「土木構造物設計マニュアル（案）-樋門編-」<sup>3)</sup>（平成13年12月）も策定している。

表-1は、工種別に具体的な生産性向上策を整理したものである。現在では、マニュアルの適用範囲である一般的な構造物においては、表-1に示す方策を設計段階から考慮することが一般的となっており、構造物形状の

表-1 工種別の生産性向上策

| 生産性向上策                          | 工 種                 | 側こう類  |         | 暗渠類      |           | 擁 壁 類 |      |     |     |    | 河川<br>構造物 | 橋梁下部工 |       |        |      | 橋梁上部工     |         |          |            |
|---------------------------------|---------------------|-------|---------|----------|-----------|-------|------|-----|-----|----|-----------|-------|-------|--------|------|-----------|---------|----------|------------|
|                                 |                     | L型・U型 | 街きよ・集水樹 | パイプカルバート | ボックスカルバート | ブロック積 | もたれ式 | 重力式 | 逆丁型 | L型 | 樋門・樋管     | 重力式橋台 | 逆丁式橋台 | 張出し式橋脚 | 壁式橋脚 | ポストテン上げた橋 | プレテン床版橋 | プレテン上げた橋 | 鋼プレートガーダー橋 |
| <基本方策-1><br>構造物形状の単純化           | ①フーチング上面のテーパの廃止     |       |         |          |           |       |      |     | ○   | ○  |           |       | ○     | ○      | ○    |           |         |          |            |
|                                 | ②壁および柱形状の単純化        |       |         |          |           |       |      |     | ○   | ○  |           |       | ○     | ○      | ○    |           |         |          |            |
|                                 | ③下方ハンチの除去           |       |         |          | ○         |       |      |     |     |    | ○         |       |       |        |      |           |         |          |            |
|                                 | ④主げた形状の単純化          |       |         |          |           |       |      |     |     |    |           |       |       |        |      | ○         | ○       | ○        | ○          |
|                                 | ⑤主げた水平補剛材の取付段数の低減   |       |         |          |           |       |      |     |     |    |           |       |       |        |      |           |         |          | ○          |
| <基本方策-2><br>使用材料および主要部材の標準化・規格化 | ①コンクリート設計基準強度・鉄筋材質  | ○     | ○       |          | ○         |       |      |     | ○   | ○  | ○         |       | ○     | ○      | ○    |           |         |          |            |
|                                 | ②既製型枠に合わせた各部寸法の規格化  |       |         |          | ○         |       |      |     |     |    |           |       |       | ○      | ○    |           |         |          |            |
|                                 | ③定尺鉄筋を用いた配筋         |       |         |          | ○         |       |      |     | ○   | ○  | ○         |       | ○     | ○      | ○    |           |         |          |            |
|                                 | ④壁および柱主鉄筋の断面変化の廃止   |       |         |          |           |       |      |     | ○   | ○  | ○         |       | ○     | ○      | ○    |           |         |          |            |
|                                 | ⑤主鉄筋本数の低減           |       |         |          | ○         |       |      |     | ○   | ○  | ○         |       | ○     | ○      | ○    |           |         |          |            |
|                                 | ⑥配力鉄筋位置の変更          |       |         |          | ○         |       |      |     | ○   | ○  | ○         |       | ○     | ○      | ○    |           |         |          |            |
|                                 | ⑦フーチングの配筋の単純化       |       |         |          |           |       |      |     | ○   | ○  | ○         |       | ○     | ○      | ○    |           |         |          |            |
|                                 | ⑧鉄筋のユニット化           |       |         |          | ○         |       |      |     | ○   | ○  | ○         |       |       |        |      |           |         |          |            |
|                                 | ⑨P C鋼材の太径使用と上端定着の廃止 |       |         |          |           |       |      |     |     |    |           |       |       |        |      | ○         |         |          |            |
| <基本方策-3><br>構造物のプレキャスト化         | ①製品の長尺化または大型化       | ○     |         | ○        |           |       |      |     |     |    |           |       |       |        |      |           |         |          |            |
|                                 | ②規格化する種類の集約化        | ○     |         |          |           |       |      |     |     |    |           |       |       |        |      |           |         |          |            |

単純化や使用材料および主要部材の標準化・規格化はある程度進んでいる。しかしながら、マニュアルの対象工種、適用範囲は限定的であり、大型構造物への対応、プレキャスト製品の活用等については未だ十分とは言えない。

また、将来的な技能労働者の不足<sup>4)</sup>（図-1参照）、コンクリート構造物の大型化、耐震性への要求による高密度配筋の増加等の現状も踏まえ、より一層のプレキャスト化の推進、型枠の製作・設置、鉄筋の加工・組み立て、コンクリートの締固作業等に関わる新たな生産性向上策の導入が必要となっている。

本文では、今後のより一層のプレキャスト化の推進に向け、現状の課題等について報告する。

### 3. プレキャスト化の推進に関する課題

#### (1) プレキャスト製品の活用に関する実態調査

生産性向上に資するプレキャスト製品の利用促進を検討するため、直轄工事の現場において実際にプレキャスト製品を採用した設計・工事の経験がある事務所担当者（道路系2事務所4名、河川系1事務所2名）を対象に、その採用理由、採用に当たった課題等に関してヒアリングを行い、以下のような回答を得た。

##### a) 設計段階

- ・側溝等のJIS製品は採用率が極めて高い。

| 2014年                                 |         |          | 2025年  |         |
|---------------------------------------|---------|----------|--------|---------|
| 年齢階層                                  | 技能労働者数  |          | 年齢階層   | 技能労働者数  |
| 50歳～                                  | 152.2万人 | ▲108.5万人 | 60歳～   | 43.6万人  |
| 15～49歳                                | 191.5万人 | ▲19.2万人  | 25～59歳 | 172.4万人 |
| ⇒現在50歳以上の技能労働者は、10年後には退職等により約130万人が離職 |         |          |        |         |

図-1 今後の技能労働者数の予測

- ・擁壁、カルバートについては、運搬時の重量・サイズ制限により、採用できるケースが分かれる。
- ・橋梁上部工については、単純桁ではプレテンションPC桁（JIS桁）が標準で、ポストテンションPC桁でも最近ではプレキャストが多い。このほか、PCコンポ橋の採用もある。
- ・設計段階では、基本的にコストを優先した工法選定となる。このため、施工現場では現場打ちよりもプレキャスト製品の方が扱いやすいが、設計・積算段階ではコストの点で採用しにくいのが現状である。
- ・樋門の場合は、工期優先のためプレキャスト製品を採用した事例がある。これは、プレキャスト製品では非出水期間で施工完了、現場打ちでは通年施工となり、仮設による工事コスト増やその他リスクが考えられたためである。

##### b) 施工段階

- ・現場では作業員の不足が問題となっており、特に型

杵工、石工、鉄筋工が少ない。そのため、これらの職種の作業員がそろわなくても施工可能であるプレキャスト製品は、メリットがあると感じる。また、現場をよく理解した上で管理が出来る現場代理人や監理技術者も少なくなってきたと感じる。

- ・プレキャスト製品で特に大型の製品は、運搬時の品質管理に十分注意する必要がある。例えば、舗装路の運搬でさえも、道路の段差や凹凸が製品に影響しないかを考慮する必要がある。
- ・プレキャスト製品は、製品に不備があれば再度製作の必要があり、時間や費用のロスにつながるため、製品発注前の設計照査が非常に重要である。
- ・プレキャスト製品は、品質が安定している良さがあるが、曲線や曲げに対する自由度が低く、現場打ちに比べ使い勝手が悪いと感じることもある。
- ・樋門の場合、非出水期施工＝冬期施工となり、コンクリートは冬期養生となる。そのため、現場打ちと比べると工場製作であるプレキャスト製品の方が品質が高く安定していると考えられる。
- ・現場打ちと比較して、プレキャスト製品の方が監督・検査についても簡素化のメリットがあると考えられる。
- ・場所打ちからプレキャスト製品への構造変更は、コストよりも時間（工期）が優先される現場で実施する。その際、工期短縮をコスト換算することは難しく、構造変更のコスト増との比較は現状では困難である。

#### c)その他

- ・現場打ち熟練労働者の減少が施工効率・品質低下に与える影響をコスト化できると、プレキャスト導入の追い風とならないか。
- ・樋門、樋管についても道路構造物と同じようにJIS化をすればプレキャスト化が進むと考えられるが、そもそも樋門、樋管は道路構造物と比べて工事が少ないため、JIS化のメリットがあるかどうか検討が必要と考える。

## (2) プレキャスト製品の標準化による効果と課題

過去に実施した発注者や製造者へのアンケート調査やヒアリングから、プレキャスト製品について以下の課題があることがわかっている<sup>9)</sup>。

- ・公共事業発注者毎に異なる規格を設定している場合が多い。このため、生産者側では発注者毎に異なる製品を供給する必要があり、少品種大量生産によるコストの低減に結びつきにくい。
- ・規格が統一されていない製品については、発注者側で使用に当たって性能確認をしなければならない場合がある。

これらの課題に対しては、規格の標準化を図ることで、次のような効果が期待できると考えられる。

- ・型枠数の削減、資材置き場の縮小を図ることができ、製品コストの低減を実現することができる。全国規模のメーカーであれば、他の工場に型枠を転用でき、全国に同じ製品を流通できる。また、一つの工場で複数の地域に供給が可能な場合、他地域でも同じ製品を供給できる。
- ・性能確認作業が効率化され、より一層の使用の拡大が図られる。

一方、地方のメーカーの主張するコンクリート製造業の実態は、標準化を進めることが難しいと思わせるような以下の意見もある。

- ・コンクリート製品の製造は地場産業であり、地元の材料、労働力で成り立っており、他の地域から製品が入ってくことに抵抗を感じているメーカーもある。
- ・コンクリート製品は、運搬距離が長くなれば採算が取れなくなることもあり、供給できる地域が工場周辺に限られる場合が多い。
- ・全国的に製品を供給できる大規模なメーカーは、あまり多くはない。
- ・既に市場にある汎用品の標準化は、小さい会社にとって不利だと考えているメーカーもある（新規型枠の投資、全て同じ製品になれば大企業に勝てない）。このため、規格の標準化に当たっては、コンクリート製造業の実態、工種や規模等を十分に勘案して検討を進めていく必要がある。

## 4. 樋門函渠のプレキャスト化に関する検討事例

前述のヒアリングでも意見があったように、河川構造物の樋門では、工期短縮により仮設工を大幅に削減できる場合があり、プレキャスト化の効果は大きいと考えられる。また、構造的に見ても、1ブロック2m程度の函渠をプレストレスにより一体化することで、場所打ちRC構造と比較してひび割れの少ない合理的な構造とすることができると考えられる。

古いデータではあるが、平成11～12年度に全国で施工された樋門（国、都道府県、政令市の996件を対象）についての実態調査結果を見ると、函渠内空断面積4m<sup>2</sup>以下程度の小規模な樋門が全体の80%を占めるにもかかわらず、プレキャスト函渠の使用は3%に過ぎない。この原因として、設計法が十分には浸透していないこと、河川用のプレキャスト函渠は規格化されておらず、場所打ち構造に対してコスト高となっていること等が予想される。これらのことから、プレキャスト函渠の標準化が実現すれば、普及拡大する可能性は大きいと考えられる。

ここでは、道路用ボックスカルバートと同じ断面の樋門用プレキャスト函渠が規格化されたと仮定（河川用に鉄筋かぶり、最小部材厚等は変更）し、場所打ちRC構造とのコスト比較を行った事例<sup>6)</sup>を紹介する。樋門用プレキャスト函渠の単価は、すでに規格化され流通している道路用ボックスカルバートと同等な市場性が確保されたと仮定し、ボックスカルバートの市場価格を参考として推定した。その結果を図-2に示しており、道路用ボックスカルバートに準じて、ある程度製品の規格化が実現すれば、比較的小規模なものではプレキャスト函渠を使用しても、場所打ちRC構造と同等のコストとなることが分かった。

今回の試算では、プレキャスト函渠の標準化によって単純に製品価格が低下することを前提としたが、現実的には調達量や地域性等の影響が大きいと考えられ、これらも踏まえて規格化、量産化の可能性を検討する必要がある。また、プレキャスト化による効果を最大限にするためには、函渠以外の構造部位のプレキャスト化を図ることも重要であり、表-2に示すような課題に対して積極的に取り組んでいくことが必要である。

## 5. おわりに

プレキャスト技術の採用も含め全体最適を図るには、設計段階から直接コストだけではなく、工期短縮、省人化、安全性向上、維持管理の容易性といった要素も考慮することが必要である。今後は、それらコスト以外の評価方法や検討段階について整理する予定としている。

今後、国土交通省が策定する土木構造物設計ガイドラインや積算基準の改定案等を提供することで、プレキャストや新技術の導入促進を図ることを想定している。その上で、土木工事共通仕様書への反映等により省力化技術の普及を進めて現場の生産性向上を進め、ひいては良質な社会資本の持続的供給に寄与できると考えている。

また、コンクリート工の施工効率の向上のためには、プレキャスト技術の活用以外にも、場打ち作業の効率化を目指す様々な方策（高流動コンクリート、機械式定着工法等）も考えられる。これらも含めて、設計段階から

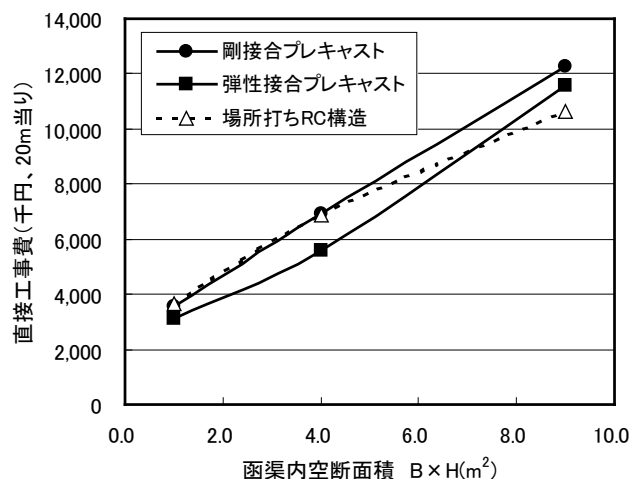


図-2 函渠の直接工事費の比較

表-2 函渠以外のプレキャスト化の課題

| 構造部位   | プレキャスト化の課題                                                                      |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------|
| しゃ水壁   | ・プレキャスト部材(厚)の軽量化、共用化<br>・函体との簡便な結合方法の確立<br>・しゃ水矢板の取り付け方法の標準化                    |
| 胸 壁    | ・しゃ水壁と同様                                                                        |
| 門柱・操作台 | ・部材の分割方法と結合方法の標準化<br>・門柱と戸当り(ゲート)の一体化構造<br>・運搬重量の軽減や現場工期短縮を図るために鋼殻等によるハイブリッド構造化 |
| 翼 壁    | ・ブロック割りに工夫が必要                                                                   |

現場条件に応じた最適な技術、工法を評価・選定する手法の考え方を整理していく必要がある。

## 参考文献

- 1) 国土交通省：土木構造物設計ガイドライン，1996
- 2) 国土交通省：土木構造物設計マニュアル（案）-土工構造物・橋梁編-，1999
- 3) 国土交通省：土木構造物設計マニュアル（案）-樋門編-，2001
- 4) 一般社団法人日本建設業協会：再生と進化に向けて一建設業の長期ビジョン-，2015
- 5) 市村靖光，溝口宏樹：標準化を想定したプレキャスト樋門函渠のコスト試算，第22回建設マネジメント問題に関する研究発表会講演論文集，2004
- 6) 市村靖光，溝口宏樹：プレキャスト樋門函渠の標準化を前提としたコスト試算，土木学会第71回年次学術講演会論文集，2004

## STUDY ON THE WIDE USE OF THE PRE-CAST PRODUCT FOR IMPROVING THE PRODUCTIVITY OF CONCRETE CONSTRUCTION

Yasumitsu ICHIMURA, Susumu KONO, Ryusuke SASAKAWA  
and Kazushi FURUMOTO

In order to increase in concrete construction productivity, various efforts, such as pre-cast concrete are developed. However, it has not come into wide use due to the expenses. In the report, we present the result of the cost estimation of sluiceway construction in order to study the possibility of the standardization of the pre-cast concrete product from the point of view of overall optimization.