



CO₂排出量の削減に加えて施工の省力化も実現できるコンクリート「ハイプロダクリート」

東急建設株式会社 技術研究所 社会基盤技術研究部 土木材料・地盤G

鈴木 将充

1 はじめに

2050年のカーボンニュートラル社会の実現に向けて、各事業分野でCO₂排出量削減に向けた取り組みが進められている。コンクリート分野においても、低炭素化を実現するため、未だかつてない程の速度で研究開発が進められており、新材料の積極的な活用が必要である。一方、コンクリート工は、現在でも多くの人手を必要としており、今後、国内の人口減少や建設業からの若者離れにより建設業就労者数の減少が確実視されているなか、これまでと同様の規模と時間で安全・安心な社会基盤を整備・維持するためには、施工の合理化や省力化は必須である。これらの課題を解決するため、東急建設は、東京理科大学と共同で「ハイプロダクリート」を開発した。なお、本開発は、国土交通省関東地方整備局技術（シーズ）マッチングにより行ったものである。

2 ハイプロダクリートの定義

図1に生産性の概念を示す。生産性には物的生産性と付加価値生産性がある。物的生産性は、生産量／投入量で表されるため、建設工事の段階では、完成工事物＝生産量となるため実質的に分子が固定される。このような状況で生産性を向上させるには、施工の合理化や省力化等により投入量を小さくする、すなわち、分母を小さくする戦略しか残されておらず工夫の余地が少ない。付加価値生産性の場合、付

加価値額／投入量で表される。ただし、一般的な付加価値額とは、生産額（売上高）から原材料費や加工費、機械の修繕費、動力費などの費用を除いたものであり、付加価値によって販売価格を上げることが戦略となり、予定価格に上限拘束性のある公共事業にはマッチしない考え方と言える。筆者らは、付加価値＝サステナビリティ（持続可能性）に貢献する事項として捉え、付加価値として、例えば、環境貢献、作業者の働きやすさの向上、SDGsへの貢献等を設定することで、建設工事段階でも分子を大きくする戦略の選択が可能となる。

以上の考えに基づき、ハイプロダクリートを、付加価値額を増加し、投入量を削減することで、付加価値生産性を向上できるコンクリートの総称として定義した。具体的に、付加価値額の増加は、建設工事に適用することで、例えば、資源循環材料の活用やCO₂排出量削減による環境貢献、施工の省力化に伴う作業者の負荷軽減による働きやすさの向上といった効果を得られること等が想定される。投入量の削減は、例えば、流動性を高めることで施工の合理化や省力化の効果を得ることができると想定される。

3 ハイプロダクリートのタイプ表示

付加価値＝サステナビリティ（持続可能性）に貢献する事項とした場合、建設工事では無数の項目が該当することとなるが、ハイプロダクリートでは、

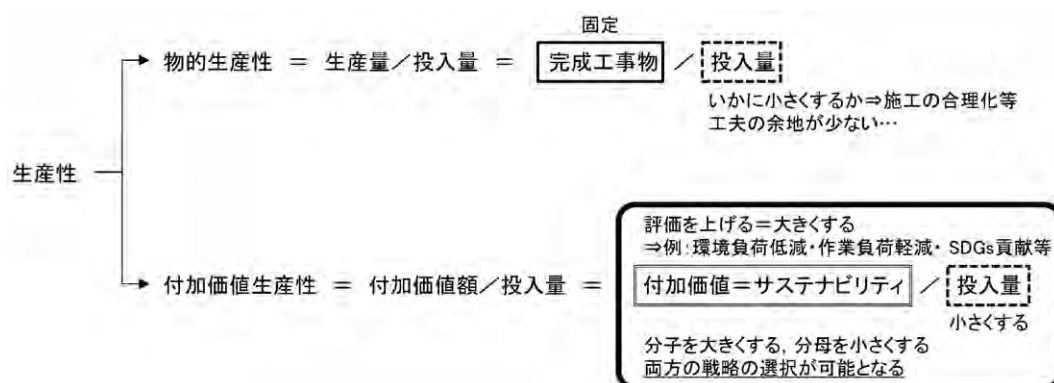


図1 生産性の向上の概念

表1 付加価値のアイコン例

付加価値	アイコン
①CO ₂ 排出量	
②天然資源使用量	
③エネルギー使用量	
④施工性	
⑤作業負荷	

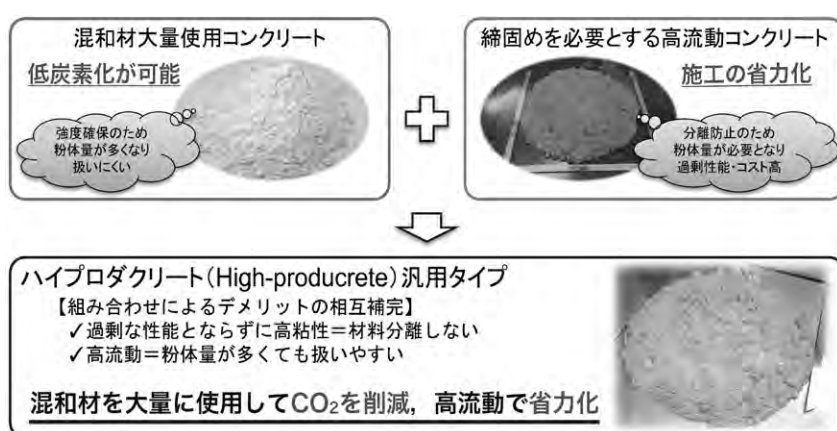


図2 本タイプの開発コンセプト

開発目的である環境貢献および施工の合理化や省力化に資する項目として、①CO₂排出量、②天然資源使用量、③エネルギー使用量、④施工性、⑤作業負荷の5つを基本としている。この中で、一般的な土木工事の標準となっている普通セメントを使用したスランプ12cmのコンクリートと比較して、50%以上削減した項目を表1に示すようなアイコンで表示する。更に、各項目の削減程度は、アイコンの隣に削減率を表示することで、表現する。

4 開発した汎用タイプ

今回開発した汎用タイプは、資源循環材料（副産物、リサイクル材料等）の活用を念頭に、ポルトランドセメントの大部分を混和材に置き換えることでCO₂排出量を削減し、スランプ管理のコンクリートよりも流動性を高めることで施工の合理化や省力化を図ることをコンセプトとしている。学術名としては、「普通強度領域の混和材を大量に使用した締固めを必要とする高流動コンクリート」であり、混和

材として高炉スラグ微粉末を使用する。本タイプは、図2に示すように、既存技術である混和材を大量に使用したコンクリートと締固めを必要とする高流動コンクリートを組み合わせて相互補完的に両者のデメリットを解消したものである。本タイプのフレッシュ性状および硬化コンクリートの品質は、従来の汎用的なコンクリートと異なることから、適用する構造物の品質を確保するためには、特徴を理解して設計および施工を行う必要がある。

5 実工事への適用

ハイプロダクリート汎用タイプは、鉄道工事のグリーントランスフォーメーションを目的に、高架下整備工事のコンクリート舗装に初適用した。適用したハイプロダクリートは、呼び強度24N/mm²、目標スランプフロー45cm、目標空気量4.5%、高炉スラグ微粉末のセメント置換率80%である。写真1にハイプロダクリートの外観、写真2に施工完了後の状況を示す。ハイプロダクリートを適用した効果として、

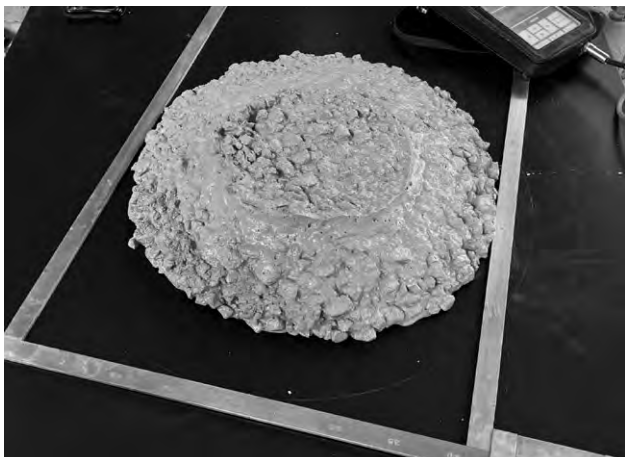


写真1 ハイプロダクリートの外観



写真2 施工完了後の状況

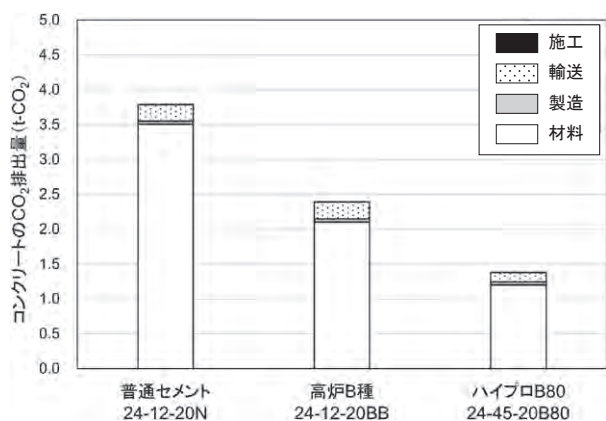
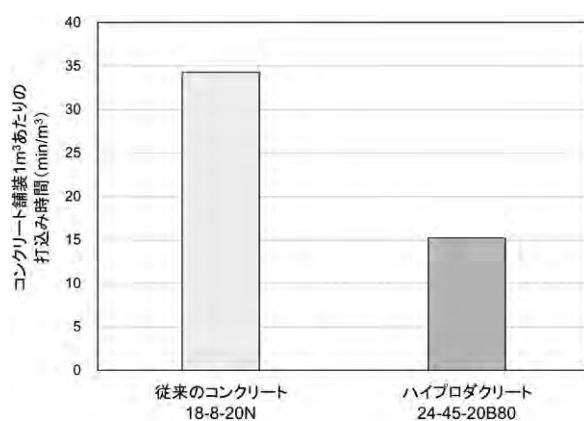
図3 各コンクリートのCO₂排出量

図4 コンクリート舗装1㎡あたりの打込み時間

コンクリート工全体のCO₂排出量および打込み時間を記す。

図3に各コンクリートのCO₂排出量を示す。比較として、同じ生コンプラントの24-12-20Nと24-12-20BBを使用した場合の算出結果をあわせて記載している。各コンクリートのCO₂排出量は、24-12-20Nで3.79t、24-12-20BBで2.39t、ハイプロダクリートで1.38tであり、ハイプロダクリートを用いることで、24-12-20Nと比較して63.6%、24-12-20BBと比較して42.2%のCO₂排出量を削減できることが確認できた。24-12-20Nに対するCO₂排出量の削減割合は、日本が2035年度までの目標として掲げる温室効果ガス排出量60%削減を満足するものであった。また、CO₂排出量に対する各過程の割合は、材料が87.1～92.5%、製造が1.3～3.5%、輸送が6.2～9.8%、施工が0.1%程度であり、材料の占める割合が最も大きく、コンクリートの低炭素化を実現するためには、構成材料のCO₂排出量を削減することが効果的であることを実工事でも確認できた。

図4にコンクリート舗装1㎡あたりの打込み時間を示す。ハイプロダクリートを用いた場合のコンクリート舗装の打込みは、平均3.94㎡/h (15.2min/㎡)であった。18-8-20Nを用いた類似工事の打込み時間を基準とした場合、打込み時間は、平均55.6%削減できることが確認できた。

ハイプロダクリートを適用した効果は、脱炭素や省エネルギーの効果だけでなく、施工中に使用する発電機などの稼働時間を削減できることで、特に都市土木の工事に伴う騒音・振動の発生時間が短縮され、近隣住民の生活環境の保全も図ることが期待できる。

6 おわりに

東急建設は、2030年を到達年度とする長期経営計画において3つの提供価値「脱炭素」「廃棄物ゼロ」「防災・減災」を戦略の軸としており、今後も脱炭素と建設現場の生産性向上に寄与する「ハイプロダクリート」の現場適用を進めていく考えである。