

若年技術者のための基礎知識③

出来栄の良い コンクリート構造物 編

坂田建設株式会社 技術部長
鈴木 正司

出来栄の良いコンクリート構造物は、じょうぶで美しいものです。「出来栄はすべてに優先する」との観点で見ると、工事に携わった技術者のコンクリート構造物への思いとこだわりを感じることができます。それは、コンクリートの打設前・打設中・打設後にチェックすべき項目がたくさんありますので、「偶然に良い出来栄になった」ということはありえません。しかし、経験の少ない若い技術者は、何をチェックすれば良いのかわからず、不安でいっぱいだと思います。今号は、若い技術者が出来栄の良いコンクリート構造物を構築するために、簡単に実践できる7つのテクニックを紹介しますので、自分のスキルとして定着させていただければと思います。

1 朝一番のレディーミクストコンクリートで失敗しない

橋脚柱部のコンクリート打設には、ちょっとした気配りが必要です。

最初の第1層目だけは、打ち上げ厚さを50cmから30cmにして、打設箇所全体にまんべんなくコンクリートを打設します。そこで、ポンプ打設をいったん止め、バイブレーターのかけ忘れがないように慎重に締固めるようにしましょう。ジャンカや豆板のできる確率が高いのは、打ち継目の箇所です。

打設開始時は、受入検査や立会検査などで何かと忙しいので、打設管理がおろそかになりがちです。そんなときに限って、コンクリート打設を作業員に任せきりになり、型枠を外したときに後悔することになります。

レディーミクストコンクリートの受入検査は、国土交通省の品質管理基準では、最初の1台目のアジテータ車からコンクリートを採取し、スラン

プ測定・空気量測定・コンクリート温度測定を行います。さらに、コンクリートの圧縮試験用テストピース6本を採取し、構造物の重要度と工事の規模に応じて、 $20\text{m}^3\sim 150\text{m}^3$ ごとに1回採取します。

生コン会社は、特に1台目の品質に気を使います。品質を保証して販売するので、受入検査を行うアジテータ車には、間違いのないレディーミクストコンクリートを出荷します。

したがって、スランプ値を上限で練り混ぜるよう要望を出しても、生コン会社は朝一番で練り混ぜるレディーミクストコンクリートだけは、受入検査の品質管理をクリアするために基準値を守り、確実に強度を確保するように出荷します。

朝一番のレディーミクストコンクリートは、硬めで搬入されるので、あらかじめ打設手順を決めて周知させることが、現場監理者の重要な管理スキルとなります（次頁上参照）。

構造物打継部の出来栄を向上させるための、朝一番に行うコンクリート打設テクニック

過密配筋となっている橋脚の柱部や擁壁の壁部のような狭い箇所などにコンクリートを打設するときには、次の事項に注意しましょう。

- ① 最初のポンプ筒先位置は、せき板側にせず、中央にセットする
→ モルタル分が抜けた骨材が先行して送られるので、骨材がせき板に集まらないようにする
- ② 1層目の打設高さを50cmではなく、30cmにする
→ 硬いレディーミクストコンクリートはゆっくり打設する。コンクリート標準示方書のとおりが正解と思えない
- ③ 1層目の30cmを打設したら、コンクリート打設を止める
→ 朝一番のレディーミクストコンクリートは硬いので、1層目の締固めが肝心。連続で打設するとバイブレーターをかけ忘れる箇所があるので注意する
- ④ 被り部分に注目し、バイブレーターのかけ忘れがないようにする
→ 打設責任者はバイブレーターマンに的確に指示し、かけ忘れのないことを確認する
- ⑤ 万が一、せき板部分に骨材が集中している箇所があれば、骨材を取り除き、モルタル分のあ
るレディーミクストコンクリートと入れ替えてバイブレーターをかける
→ 打設責任者の観察力が出来栄の良いコンクリートをつくる

2 フレッシュコンクリートのスランプに着目しよう

フレッシュコンクリートで最も管理しなければならないのは、スランプ値です。しかし、フレッシュコンクリートの受入検査の基準は、1回/日と $20\text{m}^3\sim 150\text{m}^3$ ごとと規定されていますので、すべてのアジテータ車のスランプ値を管理する技術者はいないでしょう。

生コン会社に依頼するスランプ試験には費用がかかりますので、規定のスランプ試験回数を行うものの、実態は生コン会社の出荷オペレーターの腕任せとなっているのが現状だと思います。

最初の1台目の受入検査だけで、われわれは安心して良いのでしょうか？

すべてのアジテータ車のスランプ値を管理するためには、アジテータ車からコンクリートポンプ車に流れ落ちるコンクリートの状態を観察することから始めます。

次に、スランプコーンを用意し、見た状態のフレッシュコンクリートを採取してスランプ値を測定します。

この訓練で、流れ落ちる状態とスランプ値が頭の中で関連づけられます。

これを繰り返し行くと、足場の上からでも打設中のスランプ値を判定できるようになります(次頁上参照)。

興味を持つことから管理レベルが上がり、自信も生まれます。

また、搬入されたコンクリートすべてのスランプ値を把握しているのですから、発注者からの信頼を得ることができます。

ぜひ、若い技術者の皆さんに試していただきたいと思います。



足場の上からでも管理できるスランプ判定テクニック

- スランプ値を把握するための手順
 - ① スランプ試験機を用意する
 - ② コンクリート試験実施者と同じスランプ値になるか予備試験を行う
 - ③ すべてのアジテータ車からサンプリングし、スランプ試験を行う
 - ④ アジテータ車からコンクリートポンプ車のホッパーに流れる状況を観察する
 - ⑤ コンクリートを打設する日に、2日間ほど実施すれば、目視でスランプ値がわかるようになる
- 効果
 - ① 生コン会社は品質確保に真剣となる
 - ② 現場監理者から作業員までスランプ値に興味を持ち、管理レベルがアップする
 - ③ 発注者とのコミュニケーションが良好となり、信頼を獲得できる

3 打ち継目に着目して耐久性を高めよう

構造物に高さがある場合には、一度にコンクリートを打ち上げることができないので、打ち継目を設けます。しかし、コンクリートの打ち継目は、構造的には弱点にはならないものの、コンクリート表面のレイタンスなどの品質の悪いコンクリートや緩んだ骨材を取り除いても、完全に一体にはなりません。

今まで、適切に処理されている打ち継目にはあ

まり着目されていませんでしたが、連続でコンクリートが打設された箇所よりは、中性化や塩害を受けやすい箇所となっています。

そこで、あらかじめ計画された打ち継目位置の鉄筋に注目し、打ち継目上下の20cmの箇所に断面修復で使われる防錆剤を塗布します。中性化や塩害の進行によって、鉄筋を腐食させないための予防措置となり、構造物の耐久性が向上します。

打ち継目は応力的な欠点はないが完全に一体にならないことが弱点となる

- コンクリート標準示方書のコンクリートの継目に関する重要な内容は、
 - ① 打ち継目はせん断力の小さい位置に設け、圧縮力と直角方向にする
 - ② 海洋港湾構造物には、満潮位から上60cmと干潮位から下60cmの感潮部分は避け、打ち継目はないほうが良い
 - ③ 水平打ち継目は、水平な直線になるようにする
 - ④ コンクリート表面レイタンス、品質の悪いコンクリート、緩んだ骨材を取り除いて十分に吸水する(グルコン酸ナトリウム等を主成分とした遅延剤を塗布し、時間をかけて入念に行う)

- 打ち継目がコンクリートの弱点なら、注目する箇所は、
 - ① 鉄筋に注目しよう
 - ② 施工計画における打ち継目位置を明確にしよう
- その対策は、
 - ① 施工計画における打ち継目位置を明確にすることで、配筋された鉄筋の打ち継目位置上下20cmに防錆剤を塗布し、塩分の侵入や中性化の進行による鉄筋の腐食を守る（中性化の進行は抑えられないが、鉄筋の腐食を予防できる）
 - ② 防錆剤は、コンクリートの断面修復工に用いられるもの（ガード21等）を使用する（打ち継目は補修箇所として考えて施工を行う）

4 耐久性の高い構造物をつくるには、打設順序に着目しよう

フーチングなどの大量のコンクリートを打設していると、特に冬期の施工ではブリージング水が発生します。ブリージング水を取らずにコンクリート打設すると、ブリージング水が閉じ込められ、コンクリートが硬化した後に空洞ができてしまい、重大な欠陥となります。

また、碎石を粗骨材として使用しているコンクリートは、一般的に単位水量が多くなり、ブリージングが多くなりますので、ブリージングの対策手順と処置する責任者を決めておきましょう。

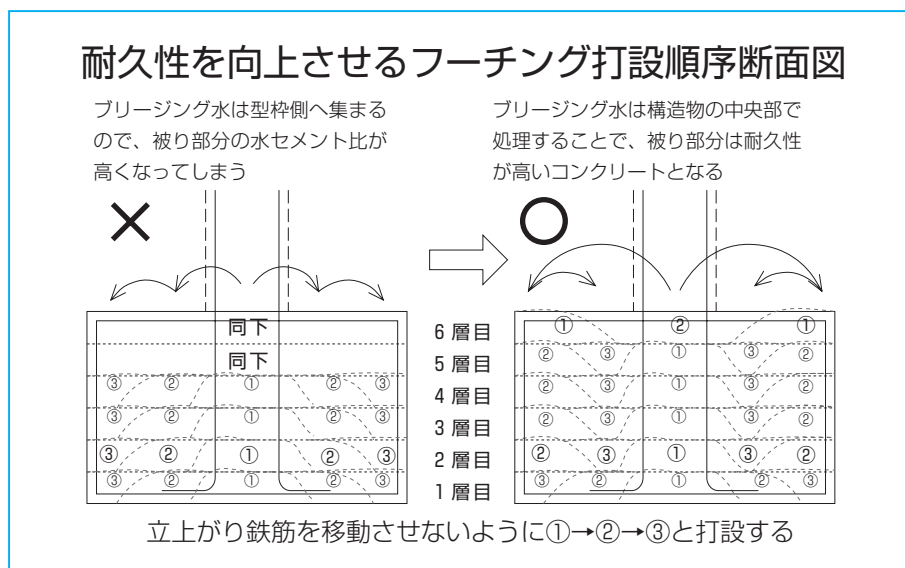
なお、コンクリートの打設順序は、構造物の中央から型枠側に向かってコンクリートを打設すると、ブリージング水は型枠側に流れ込み、被り部

分のコンクリートの水セメント比が高くなってしまいます。被り部分の水セメント比が高くなると、圧縮強度が低くなるばかりでなく、中性化が早まって耐久性の低い構造物となります。

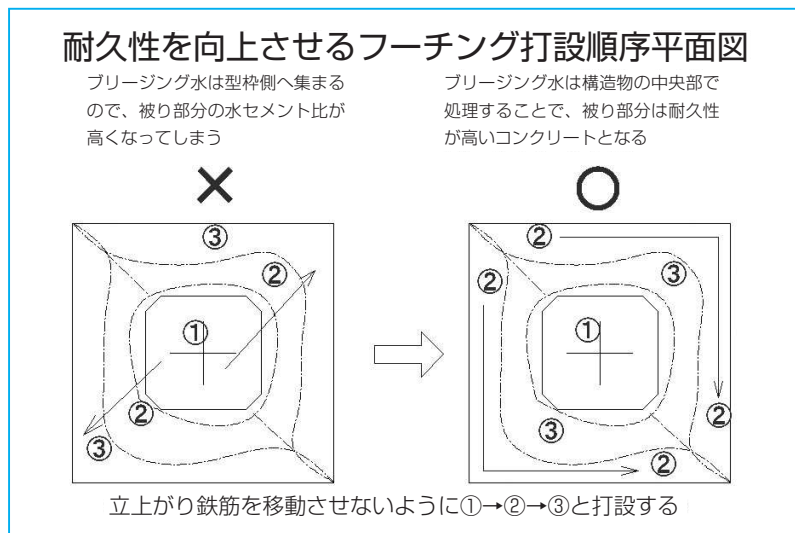
打設順序は、型枠側を先に打設して、ブリージング水を構造物中央部で処理をするようにすることで、重要な被り部分の耐久性を確保することができます。

また、型枠側から打設するメリットは、被り部分を締固めする時間が多く取れることも、耐久性を向上させるポイントになります。

次の図表1と次頁の図表2を参考にして、耐久性の高い構造物を構築するように心がけましょう。



図表1 耐久性を向上させるフーチング打設順序断面図



図表2 耐久性を向上させるフーチング打設順序平面図

5 ひび割れを成長させないために

コンクリートの硬化がはじまると、水和反応によって発熱します。コンクリートの温度が上昇するときは圧縮力が働きますが、温度が降下するときには構造物内部のコンクリートはゆっくり冷えるので、ゆっくり縮もうとします。

これに対して、外側に近いコンクリートは外気の影響で早く冷えるので早く縮もうとします。その温度差によって引張応力が働きます。

もし、内部と外部の温度差がなければ、内部拘束によるひび割れは発生しません。

また、コンクリートの内部と外部の温度差をなくすことができても、構造物のコンクリート温度は、時間とともに外気の温度と同じになろうとしますので、フーチングの直上の柱や壁などの構造物は、すでに硬化したフーチングの拘束を受けて縮まろうとしても縮まることができず、外部拘束による引張応力が発生します。

さらに、型枠を取り外すと、コンクリート表面は急激に乾燥します。水分が蒸発することで、コンクリート表面が収縮しようとして引張応力が発生します。

この引張応力に抵抗するために考えられる施工上の対策としては、

- ① 外部拘束のひび割れには、内外温度差をなくすこと (TSN コンクリート養生システムを採用すると可能になります)
- ② 外部拘束と乾燥収縮のひび割れには、型枠をできる限り長く存置すること

の2点が挙げられます。

型枠をできる限り長く存置することは、コンクリートの圧縮強度 (引張強度は圧縮強度の約13分の1) の上昇とともに、外部拘束や乾燥収縮による引張応力に抵抗できるようになるからです。

しかし、型枠を解体しないと次工程に移れませんので、存置期間にも限りがあります。

そこで、お勧めするのは、型枠を取り外した直後に、食物を保存するためにラップをするように、農業用ビニールシートによって構造物全体をラッピングする養生方法です (次頁写真1~4)。

農業用ビニールシートの材料費 1m^2 あたり20円、施工費は 1m^2 あたり100円程度かかりますが、ラッピング養生は足場を解体するまでの長期間湿

潤状態を保つことが可能です。

コンクリート温度の制御まではできませんが、乾燥によるひび割れ防止対策として、また、仮に

ひび割れが発生しても、成長させない効果が期待できますので、実践してみてください。



写真1 ●フーチング部のラッピング養生

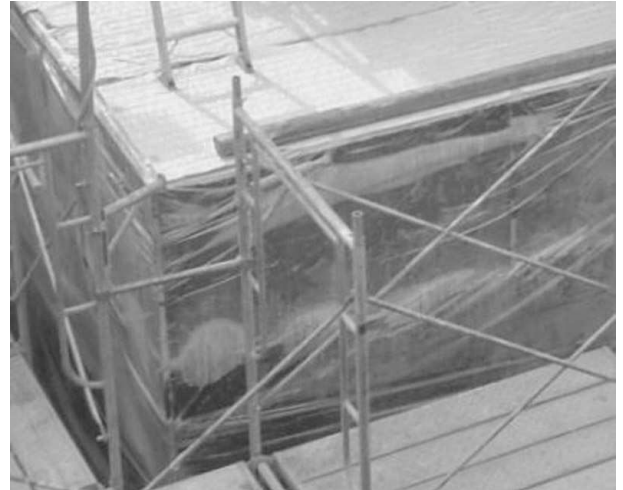


写真2 ●ラッピング養生による湿潤状態を確保し、ひび割れの発生を防止する



写真3 ●柱部のラッピング養生コンクリートが緻密化・ガラス化する効果がある



写真4 ●柱部のラッピング養生全景

6 配筋できない箇所は最初から検討しよう

深礎杭の主鉄筋とフーチングの主鉄筋は、設計図面どおりに配置することが不可能です。

特に、深礎杭の主鉄筋が異形棒鋼鉄筋 D51 を使用し、2重に配列する場合は、フーチングの主鉄筋の入る隙間はありません。

それに気づくのは、深礎杭の施工が終わり、均しコンクリートを打設し、フーチングの測量を実施して「やれやれ、測量ミスなく構造物を構築できそうだな」と思いながら、墨打ちを完了した後の鉄筋組立にとりかかったときです。この時点か

ら工事は約1か月止まります。

杭の主筋は動かさず、フーチングの主筋を入れるためには、主筋の配置間隔を大きくずらし、なかには主筋を切断して補強しなければならない状態になります。

発注者とやり取りを行い、検討書の作成や技術的な所見を求められ、てんでこ舞になります。

しかし、事前にCADにより鉄筋の配置が不可能であることを示し、対策工を事前に打ち合わせしていれば、回避することができます。

結論は「一定の長さのなかに、設計どおりに鉄

筋の本数が存在すれば良いでしょう」となります。

それであれば、施工開始前に鉄筋配置計画を作成し、承認をもらっていれば、工事がストップすることはありません。

出来栄として現れないところにも気を使いながら、構造物に対するこだわりを持てるようになっていけば、より高いレベルのスキルが定着していくことでしょう。

場所打ち杭の主筋が2重配列になっている場合も発生しますので、事前に協議しておきましょう。

深礎杭鉄筋とフーチング鉄筋の配置計画

深礎杭主鉄筋とフーチング主鉄筋は、配筋空間がなくなるので、事前にどちらの鉄筋を動かすか協議するとスムーズな現場運営ができます。また、異形棒鋼鉄筋 D51のダブル配筋はトラブルとなります。

事前協議をしていないと、現場はフーチングの主筋を切断し、補強する対策を協議することとなり、1か月は現場がストップしますので注意が必要です。

●対処方法

- ① CADによる杭鉄筋とフーチング鉄筋を原寸で作図する
- ② 最小の鉄筋の移動で配筋ができるスペースをつくる
- ③ 施工開始前に検討結果の承諾を得る

●効果

- ① 施工開始後の工事をストップせずに、スムーズな工程管理ができる
- ② 発注者からの信頼を得ることができる
- ③ 発注者との良好なコミュニケーションを構築できる

7 綿密な打設計画がコールドジョイントをなくす

平成14(2002)年のコンクリート標準示方書の改定から、コンクリート打設に関する施工計画を作成することが明記されています。

綿密に計画したとおりに実践できれば、コールドジョイントをなくすことができます。

しかし、コンクリート打設の施工計画を立案し

ただけでは万全とはいえません。

計画の内容を作業員全員に教育して理解してもらい、関係先に確認し、トラブルを回避できる手順を明確にし、確実に実践することが大切です。

なお、コンクリート標準示方書にコールドジョイントをつくらないうために、非常に役立つ計画内

容が、次のとおり示されています。

- ① 現場内運搬計画におけるポンプ車の予備を手配すること
- ② 打込み計画における打重ね時間から打設速度を検討すること
- ③ 締固め計画における内部振動機の種類と台

数、要員数、振動機の予備の配置、交代要員を計画すること

- ④ 耐久性の向上を目指し、養生を計画すること
- ⑤ トラブル時の対応方法を確立すること（考えられるトラブルを想定し、事前に対策を講じておく）

項目	内容
1. コンクリートの運搬・受入れ計画	生コン車の配車・運行計画、場内運行路、場内試験・検査場所、コンクリートの配合検査（スランプ、空気量、単位水量、水セメント比）など
2. 現場内運搬計画	現場内運搬方法、コンクリートの供給能力、ポンプ車の予備など
3. 打込み計画	施工体制（組織図）、打重ね時間間隔、時間当たり打設量、安全性など
4. 締固め計画	コンクリートの時間当たりの打込み量に対する振動機の種類・台数、要員数、予備の振動機の準備、交代要員など
5. 仕上げ計画	仕上げ作業者の技量、仕上げ時期の計画、仕上げ精度の計画、仕上げ工事に用いる器具の確認など
6. 養生計画	養生開始時期、養生方法、養生期間の確認、養生機械装置の確認、養生管理責任者の確認など
7. 打継ぎ計画	打継ぎの方法、処理方法、処理機械、打継ぎ時期など
8. 鉄筋工の計画	鉄筋径、ピッチ、被り確保の方法、組立て方法、鉄筋の種類、加工方法、鉄筋工の技能等の確認など
9. 型枠および支保工の計画	型枠（側圧）の設計、型枠材料、支保工材料の確認、型枠設計者、型枠の取外し時期、支保工の取外し時期、側圧管理の方法など
10. 環境保全計画	洗浄水、養生水、取り除いたプリーディング水等の排水、現場周辺の騒音、振動、粉塵、自然環境等への影響確認
11. 安全衛生計画	工事担当者の安全、衛生面の確認など
12. その他	トラブル時の対応方法の確認など

出典 『(2007年制定) コンクリート標準示方書 施工編』(土木学会・2007年)
第2章「施工計画」から解説「表2.2.1 施工計画の検討項目の例」

8 終わりに

以上の7つのスキルを参考にして、コンクリート打設には何を行えば良いかを理解すれば、必ず出来栄の良い構造物を構築することができるようになります。

「出来栄の良いコンクリート構造物を構築するぞ」という思いとこだわりを持ってスキルアップしていくことが、現場監理者の使命ではないかと思えます。

