

高強度コンクリートでのベストフロアーシステムCN工法の管理手法の確認

川田建設(株) 正会員 ○道上 正寛
 川田建設(株) 好田 武史
 川田建設(株) 山村 敦司
 川田建設(株) 脇 佑輔

1. はじめに

近年、プレストレストコンクリート橋（以下PC橋）の耐久性向上の方法として、ベストフロアーシステムCN工法（以下BF工法）やSECコンクリート工法（以下SEC工法）の採用機会が多くなってきている。BF工法は、真空脱水による建築の床コンクリート表層部の品質を改善する工法¹⁾であり、比較的低強度のコンクリート（24 N/mm²以下）を想定した施工管理方法が確立されている。SEC工法は、コンクリート製造について所定の割合で練混ぜ水を分割して所定の順序で材料を投入して練混ぜる工法²⁾で、ブリーディングの発生抑制や分離抵抗性向上等の品質を改善できる。しかし、PC橋で使用が想定される高強度コンクリート（36N/mm²）でSEC工法とBF工法を使用した場合、BF工法の24 N/mm²以下と同様な施工管理方法で十分な効果が得られるか明確な資料がない。

そこで、PC橋の床版コンクリートを想定し、SEC工法で練り混ぜた設計基準強度36N/mm²のコンクリートを使用したBF工法による試験施工を行った。本稿では、高強度コンクリートにおけるBF工法の施工管理基準を確立するために実施した試験施工の結果を報告する。

2. 試験概要

BF工法の技術資料での施工管理方法（24 N/mm²以下）を図-1に、概念図を図-2に示す。この工法の施工管理では、図-1に示すとおり、作業開始時期と脱水処理時間の設定が重要となる。

（試験A）BF工法の技術資料では、作業開始時期を貫入値^{*3)}200～400Nとなった時期に行うこととなっており、普通コンクリートの場合で打設後1時間～2時間を想定している。早強コンクリートで施工した場合には、作業可能時間が短くなり不具合が発生するおそれがあるため、早強コンクリートにおける貫入値の経時変化を把握し、打設計画に反映させることを目的として「貫入値の経時変化試験」を実施した。また、部材厚差によりブリーディング水の発生量が変化し、貫入値に影響することが考えられるため、供試体の部材厚を床版厚を想定した300mmに加えて800mmとした試験を実施した。

（試験B）BF工法の技術資料では、脱水処理時間を5分前後（3～8分）としている。ブリーディング水の比較的少ない高強度コンクリートに適した脱水処理時間を選定することを目的として、「脱水処理時間と表層圧縮強度との相関関係確認試験」を実施した。



図-1 BF工法の施工管理方法

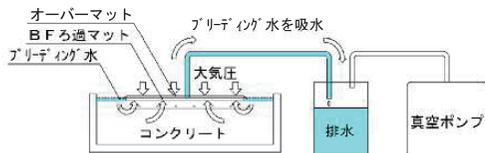


図-2 BF工法概念図

※3) 貫入値：打ち込み直後のまだ固まらないフレッシュなコンクリート面にφ50mmの貫入突起を12mm沈み込ませるために必要な力(N)

3. 使用材料

試験に使用するコンクリートの規格は36-12-20Hとし、SEC工法での練り混ぜを行う。配合表を表-1に記載する。

表-1 コンクリート配合 (SEC工法)

Fc* (MPa)	W/C (%)	s/a (%)	Air* (%)	単位重量(kg/m ³)				SP (C×%)	SL* (cm)
				W	C	S	G		
36	41	43.9	4.5	168	410	757	986	1.1	12

柱): 目標値を示す、Fc: 圧縮強度、W/C: 水セメント比、s/a: 細骨材率、Air: 空気量、W: 水、C: セメント、S: 細骨材、G: 粗骨材、SP: 高性能AE減水剤、SL: スランプ

4. 貫入値の経時変化試験

4.1 試験方法

試験Aに用いる供試体形状を図-3、図-4に、施工状況を写真-1、写真-2に示す。鉄筋による影響を考慮するため、D13鉄筋を上筋のみ一面格子状に配置した。貫入値は、打設後2分間隔で測定した。なお、貫入値測定位置(打点ポイント)は、鉄筋の直上を避けて格子内で行った。また、A-2供試体は、A-1供試体での結果を参考に貫入値140Nを超えてから2分間隔で貫入値を測定した。

4.2 試験結果

貫入値の経時変化の測定結果を縦軸に貫入値、横軸に練混ぜ完了からの経過時間で表したグラフを図-5に示す。なお、試験時の外気温、湿度等の環境条件を記載する。

練混ぜ完了から110分までは値が小さく、測定値を読み取ることができなかったため、図-5では表記を省略した。110分を超えてから貫入値が始め徐々に貫入値増加速度が上がっている。およその傾向を近似線(赤)で示す。近似線に対する実測値のばらつきは、φ50mmの貫入突起を12mm沈み込ませるため、接地面位置での骨材と鉄筋の位置によっては骨材が引っかかり、貫入値に差が発生しているためと思われる。

測定可能値(40N)までの経過時間が125分、そこから天端作業限界(仕上げ面天端に載れる限界: 120N: 138分)までが13分間あり、作業開始時期標準下限(200N: 150分)までが25分間であることがわかった。

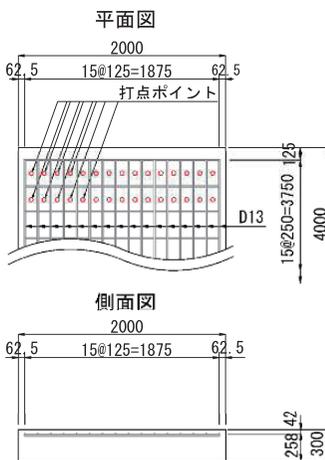


図-3 A-1 供試体の概要

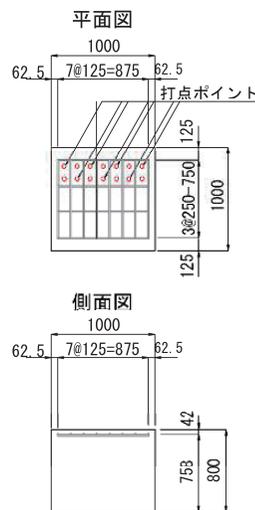


図-4 A-2 供試体の概要



写真-1 貫入値測定状況 写真-2 部材厚 800mm 打設状況



図-5 経過時間と貫入値

さらにそこから作業開始時期標準上限 (400N : 166分) までは、16分間であることがわかった。

A-1供試体とA-2供試体の結果は、ほぼ同じ値となった (図-5)。これにより、300mmと800mmの部材厚差からのブリーディング水の発生量による貫入値への影響は、ほぼ無いことが確認できた。

5. 脱水処理時間と表層圧縮強度との相関関係

5. 1 試験方法

試験Bに用いる供試体形状を図-6に示す。鉄筋は試験Aと同様とする。

作業開始時期は、なるべく早い段階で施工に入り、硬化までの時間を残したいとの思いから、標準施工方法の最も早い時期である貫入値200Nと、コンクリート仕上げ面天端に載れる限界の貫入値120Nの2種類で行うこととした。

脱水処理時間は、標準施工方法が5分前後 (3~8分) としていることから、さらに早い時期を入れた無処理 (0分)、2分、3分、5分、8分の5種類について実施した。

供試体毎に脱水量、材齢28日の表面硬度と表層圧縮強度を測定した。なお、表層圧縮強度は、かぶり内から小径コア (φ18×36mm : ソフトコアリングシステム) を3本採取した。

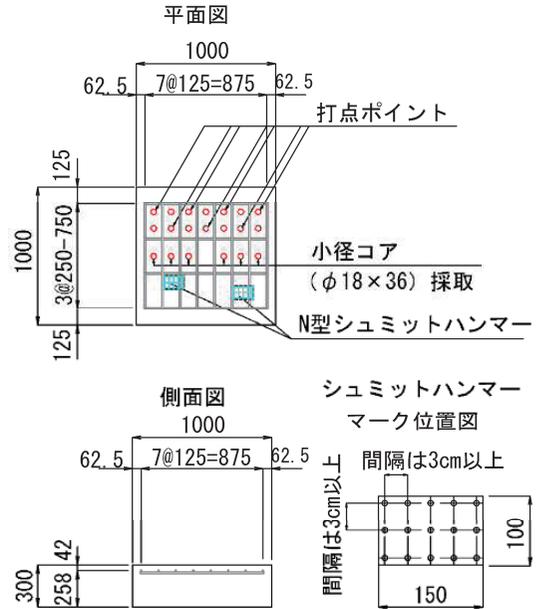


図-6 B 供試体の概要

5. 2 試験結果

(1) 脱水量

脱水量の測定結果を図-7に、測定状況を写真-3に示す。

脱水量は、脱水処理時間に比例して増加する傾向にある。

貫入値120Nの方が貫入値200Nに比較して脱水量がやや多い。

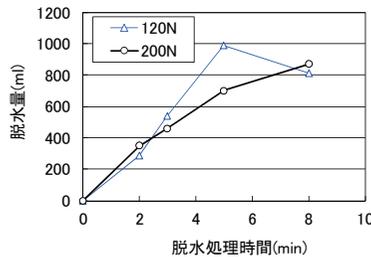


図-7 脱水時間と脱水量



写真-3 脱水量測定状況

(2) 表面硬度

表面硬度 (N型シュミットハンマー試験) の試験結果を図-8に、測定状況を写真-4に示す。

無処理 (脱水処理時間0分) と比較して、貫入値120N、貫入値200Nとも表面硬度に差は見られなかった。

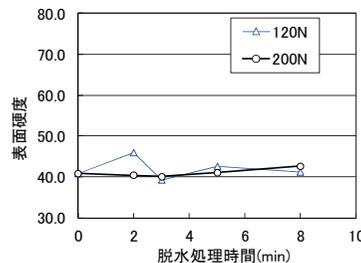


図-8 脱水時間と表面硬度



写真-4 表面硬度測定状況

(3) 表層圧縮強度

小径コア採取状況を写真-5に、脱水処理時間毎の表層圧縮強度の試験結果を図-9に示す。なお、図-9

では、脱水処理時間毎の採取した3本のコア強度と平均値（左側）を示す。なお、一部にばらつきの大
きいデータ（×印）は、小径コアであるため微少な空気等が影響したものと推測されるため、平均の
算出から除外した。

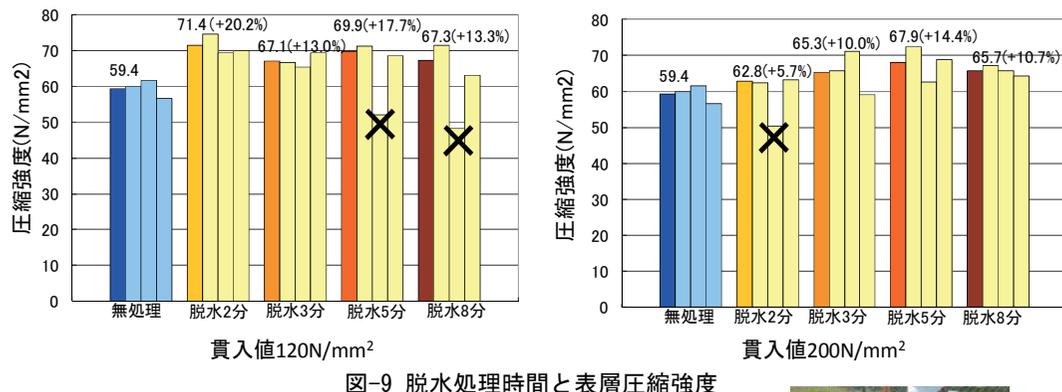


図-9 脱水処理時間と表層圧縮強度

両ケースとも真空脱水によりコンクリート強度が、5～20%程
度の向上がみられる。

貫入値120Nのケースは脱水時間3分以上での強度の伸びはみら
れない。貫入値200Nのケースは脱水時間3分を超えると、約10%
の強度増進が現れるが、5分以上での強度の伸びはみられない。

6. まとめ

S E Cコンクリート工法で練り混ぜた設計基準強度36N/mm²のコンクリートを使用しB F工法による
試験施工を行った結果、以下のことがわかった。

- 1) 今回使用したコンクリートについては、練混ぜ完了後110分ほどしてから硬化がはじまり、150
分で貫入値200Nまで上昇し、166分で貫入値400Nまで上昇することが分かった。B F工法の脱水
開始時期を貫入値200～400Nのタイミングとすると、タイミング余裕が16分程度であるため、打
設計画の際は、打設速度を考慮して必要なB F工法作業員数を決定する必要がある。また、現場
では貫入値の経時変化を考慮して、施工タイミングを逃さないよう注意して貫入値を観察するこ
とが必要である。また、部材厚差による貫入値への影響はみられなかったため、部材厚の薄い床
版と部材厚の厚い桁上について同様に扱っても問題ないことが確認できた。

作業員の作業性においては、硬化速度を考慮してなるべく早い段階（120N）でB F工法の作業
に入りたいと考えたが、貫入値が小さい段階で作業を開始すると、表面の足跡を消す作業が別途
発生するため、貫入値200Nで作業に入った方が作業効率が高いと思われる。

- 2) 表層圧縮強度試験によれば、かぶり部分の圧縮強度が明らかに向上しており、脱水効果がある
と言える。また脱水時間については3分を超えると効果が安定して現れている。ただし、シュミッ
トハンマーでは、脱水時間との明確な相関関係は今回確認できなかった。

以上より、S E Cコンクリート工法で練り混ぜられた高強度コンクリートにおいて、貫入値200N、
脱水時間3分で施工管理すれば効果が得られることが確認できた。

最後に本稿が、P C橋の床版コンクリートの耐久性向上のための一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) ベストフロー工業界：ベストフローシステムの概要と施工ガイドライン 2015年1月
- 2) リブコンエンジニアリング(株)：高品質コンクリートの新しい製造方法S E Cコンクリート



写真-5 小径コア採取状況