

# 鋼・コンクリート合成床版への真空脱水工法の適用に向けた事前検証実験および実施工への適用結果

(株) 横河ブリッジ  
三重大学  
ベストフロー工業会

正会員 光田 浩 正会員 ○高嶋 豊  
正会員 畑中 重光 和藤 浩  
筒井 文康 山口 武志

## 1. はじめに

橋梁の建設コスト削減を念頭に、鋼・コンクリート合成床版（以下、合成床版と称す）を用いた少数桁橋や細幅箱桁橋の建設が増えている。少数桁橋等の合理化構造の橋梁では、主要な構造部材となる床版の品質が橋梁全体の耐久性に大きく影響する。

床版は表面積が大きく部材が薄い構造体であるため、乾燥収縮の影響を受けやすい。乾燥収縮は、コンクリート中の余剰水が逸散することにより生じる。フレッシュコンクリートには、施工上必要なワーカビリティを確保するため、水和反応に必要な水以外の余剰水が含まれている。この余剰水が、表層強度の低下、沈下ひび割れの発生、乾燥収縮の増大および密実さ低下の原因になる。

これらの問題の解決方法の一つとして、「真空脱水工法」(写真-1、図-1)が土木・建築物を問わず用いられてきた<sup>1)</sup>。しかし、合成床版に用いた実績や実験報告はほとんどない。合成床版は、水セメント比が50%程度であり、鉄筋や合成床版の鋼板リブが配置されていることから、これまで真空脱水工法が用いられてきた構造物とは仕様が異なる。

よって本研究では、合成床版に「真空脱水工法」を用いることで得られる品質改善効果および施工手順について、実験的に検討を行った。

## 2. 事前検証実験の概要および結果

合成床版には様々な種別があるが、実工事に適用予定の「パワースラブ」<sup>2)</sup>を選定し、床版支間6m程度を想定した実橋構造物を部分的に取り出した1m×1mの供試体(床版厚260mm)を用いて、真空脱水処理の有無、処理開始時期、処理継続時間をパラメータとした実験を行った。供試体の概要を図-2に、実験の要因および水準を表-1に、コンクリートの配合を表-2にそれぞれ示す。これまでの研究で、真空脱水処理で最も良好な強度性状を発揮する処理開始時期は、ほぼブリーディング終了時であることが確認されており、適切な真空脱水処理の開始時期を判定するための専用計器「改良型プロクター貫入試験器」が開発されている<sup>3)</sup>。今回、処理開始時期をプロクター貫入試験器の貫入抵抗値が200, 300, 450Nとなる3水準としたが、同時に行ったブリーディング試験(JIS A 1123)の結果、貫入抵抗値300Nの時点がブリーディング終了時とほぼ対応した。そこで以降の考察では、処理開始時期をブリーディング終了前(200N)、終了時(300N)、終了後(450N)として整理する。試験施工により製作した供試体に対し、反発硬度試験で表面の反発硬度(材齢:3, 7, 28日)を測定し、コンクリートコア(φ60mm)を採取しての圧縮強度試験で床版高さ方向の圧縮強度分布を測定した。反発硬度の測定位置およびコアの採取位置を図-3に、コア試験体の概略図を図-4に示す。

図-5に、P型テストハンマによる表面反発硬度の測定結果(平均値)と材齢との関係を示す。真空脱水処理を行うことで材齢3日以降の反発硬度が“処理なし”に比べ大きくなった。材齢28日の反発硬度から日本材料学会の推定式により算出したコンクリート表面の推定強度を図-6に示す。処理継続時間5分の結果を比較すると、処理開始時期にかかわらず推定強度は概ね等し



写真-1 真空脱水工法

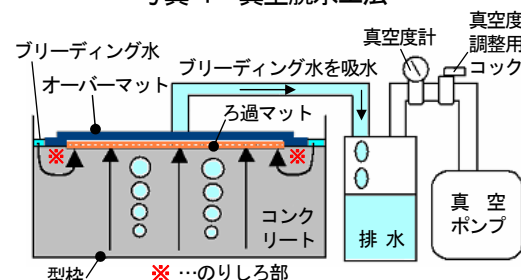


図-1 真空脱水工法の概念

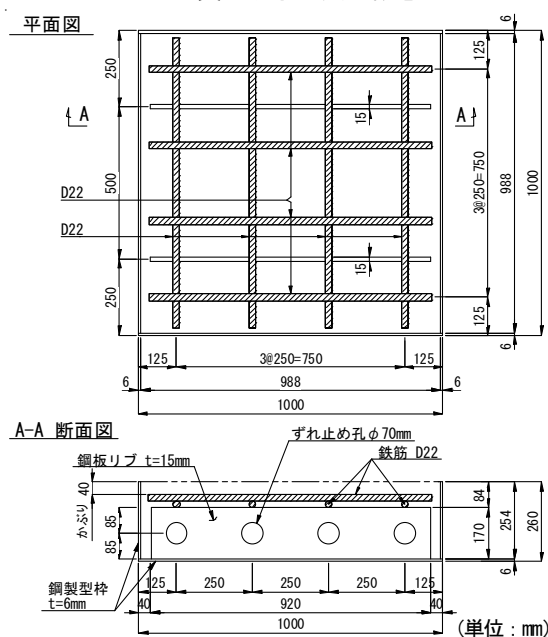


図-2 1m×1m供試体の概要

表-1 実験の要因および水準

| 呼び強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 真空脱水     |            |                            |               |
|------------------------------|----------|------------|----------------------------|---------------|
|                              | 真空<br>脱水 | 真空度<br>(%) | 処理開始時における<br>プロクター貫入抵抗値(N) | 処理継続<br>時間(分) |
| 30                           | 有        | 60 ± 5     | 200                        | 3             |
|                              | 無        |            | 300                        | 5             |
|                              |          |            | 450                        | 7             |

表-2 コンクリートの配合

| 水結合材比<br>W/B<br>(%) | 細骨材率<br>s/a<br>(%) | 空気量<br>(%) | 単位質量(kg/m <sup>3</sup> ) |           |          |          |              |      |          | スラ<br>ンプ<br>(cm) |
|---------------------|--------------------|------------|--------------------------|-----------|----------|----------|--------------|------|----------|------------------|
|                     |                    |            | 水<br>W                   | セメント<br>C | 細骨材<br>s | 粗骨材<br>G | 高性能<br>AE減水剤 | AE剤  | 膨張材<br>E |                  |
| 48                  | 45.2               | 4.5        | 154                      | 301       | 822      | 1042     | 2.41         | 2.57 | 20       | 12               |

キーワード：真空脱水工法、鋼・コンクリート合成床版、かぶり、ブリーディング水、反発硬度、圧縮強度分布

連絡先：〒273-0026 千葉県船橋市山野町27番地 (株)横河ブリッジ 技術計画室 技術計画第一部 TEL047-413-7010

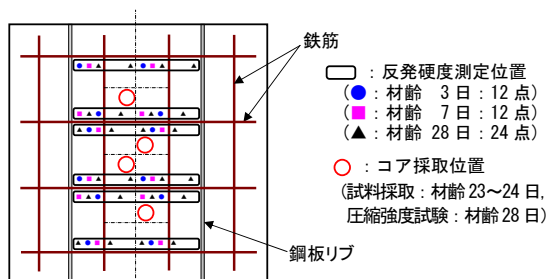


図-3 反発硬度測定位置およびコア採取位置

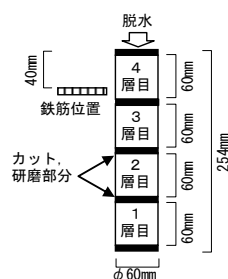


図-4 コア試験体の概略図

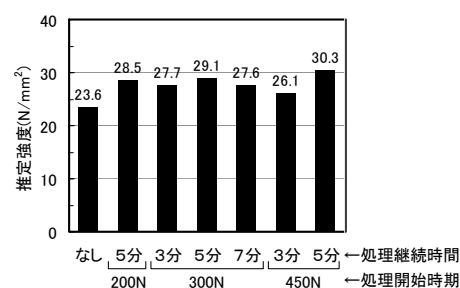
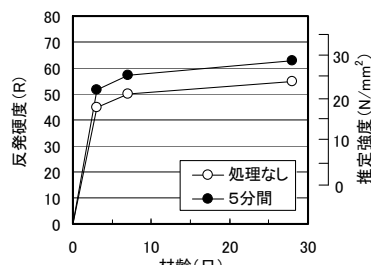
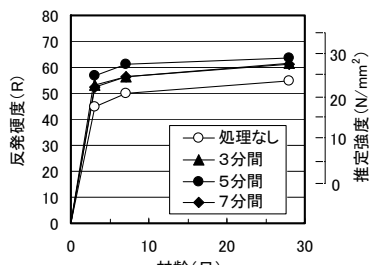


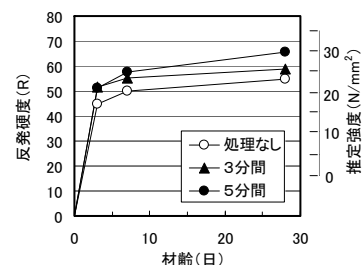
図-6 表層の推定強度（材齢 28 日）



(a) ブリーディング終了前（200N）

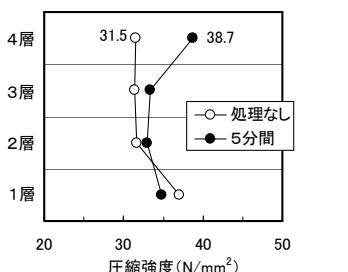


(b) ブリーディング終了時（300N）

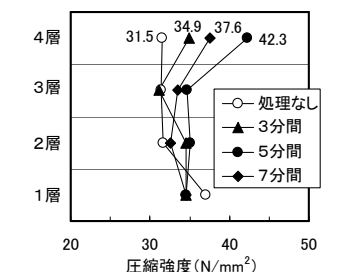


(c) ブリーディング終了後（450N）

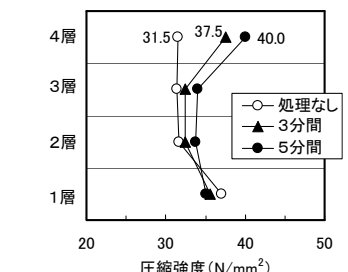
図-5 反発硬度と材齢の関係



(a) ブリーディング終了前（200N）



(b) ブリーディング終了時（300N）



(c) ブリーディング終了後（450N）

図-7 圧縮強度分布

い値（29N/mm<sup>2</sup>程度）となり、本実験の範囲では、処理開始時期の違いによる表面強度の改善効果の有意差は認められなかった。処理継続時間による違いを見ると、処理継続時間を5分としたケースが最も高い表面強度の改善効果が得られた。

図-7に、床版高さ方向の圧縮強度分布を示す。すべてのケースで、床版上面のかぶり部に相当する4層の圧縮強度が“処理なし”に比べ改善されている。3層より下では若干の改善傾向が認められるものの顕著ではない。合成床版に対して本実験の要領で真空脱水処理を行った場合、表層の強度改善が期待できる範囲は上面かぶり（厚さ40mm）程度と考えられる。

今回の事前検証実験より、水セメント比が50%程度の合成床版に対して「真空脱水工法」を適用する場合、処理開始時期をブリーディング終了前後となるプロクター貫入抵抗値200～450Nの範囲、処理継続時間を3～5分間の範囲とすることで、床版上面のかぶり部分に対して2～3割程度の圧縮強度の改善効果を期待できることが明らかとなった。

### 3. 実施工で明らかとなった合成床版への適用時の施工上の留意点

上記実験の結果を踏まえ、実工事への適用を行った（写真-1）。対象床版の全面に真空脱水処理を行ったため、処理の有無による圧縮強度の改善効果は確認できなかったが、コンクリート表面には乾燥収縮ひび割れが発生することなく施工を完了できた。真空脱水工法では、ろ過マットの上にオーバーマットを設置し、のりしろ部をコンクリート表面に密着させて真空状態を構築するが（図-1）、十分に密着しないと空気漏れが生じて真空度が低下する恐れがある。つまり、コンクリート表面の荒均し仕上げ時の平坦性確保が重要である。また、道路橋の床版は野外での施工となるため、日照の影響にも注意が必要である。特に夏季の施工では日照の影響でコンクリート温度が上昇し、表面の乾燥を速めることが予想される。夏季炎天下では処理開始時期を判定する貫入抵抗値を小さめとする必要がある。さらに、合成床版は建築のコンクリート床スラブより10%程度水セメント比が小さいため、表面の硬化速度も早い。真空脱水処理を行った後、金ゴテにて表面仕上げを行うが、特に夏季炎天下では真空脱水処理の継続時間を短めに設定し、仕上げ作業に影響を残さないことが大切である。

### 4. おわりに

本研究では、合成床版に真空脱水処理を用いた実施工実験を行い、コンクリートの表面強度等の改善効果および施工手順を確認した。また、実施工を通して合成床版への適用における留意点を明らかにした。

参考文献：1) 和藤、松村、山口、畑中：真空脱水締固め工法による建築床スラブコンクリートの性能改善、コンクリート工学年次論文報告集 Vol.21, No.2, pp.1393-1398, 1999

2) NETIS 新技術情報提供システム (<http://www.netis.mlit.go.jp/>)、登録No. KT-030003-V、「パワースラブ（鋼・コンクリート合成床版）」

3) 和藤、畑中、三島、松村：真空脱水締固め工法の処理開始時間の簡易判定手法に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文報告集 Vol.25, No.1, pp.1079-1087, 2003