

高強度 PRC 版を用いた道路修繕工事

山田 義人

高強度 PRC 版（以下「本舗装版」という）は、鉄筋コンクリート理論（RC 理論）¹⁾を用いて設計された高品質・高耐力のプレキャストコンクリートによる舗装版であり、主に空港やコンテナヤードなどの交通荷重が大きい場所に対して採用され、実績を積んでいる。

仙台市内の国道4号・48号における東北地方太平洋沖地震に起因する路面陥没対策として、当技術の特徴である急速施工性などが評価され、「本舗装版」が採用された²⁾。

ここでは、一般道路用としては初めて採用された「本舗装版」の特徴、開発手法、および施工状況について報告する。

キーワード：高強度 PRC 版, 路面陥没対策, 地下空洞対策, プレキャスト製品

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震の影響により仙台市内の国道4号・48号の路面に変状が生じ、通行車両・歩行者の安全確保の観点から早期補修が必要な状況となった(写真-1, 2)。路面変状の原因を探るため、パルスレーダー探査、連続波レーダーなどによる路面下空洞探索が行われ、地盤のゆるみ・地盤の体積減少による空隙が発生していることが確認された。また地盤のゆるみは主に大規模地下構造物近辺に発生しており、地下構造物施工時の埋め戻し土として用いられた山砂が液状化したものと推定された。

対策工法については「地下空洞・地盤のゆるみに対応できる」、「既設構造物に影響を与えない」、「将来の地震発生時に災害が防止できる」、「市街地での施工性」を留意点として様々な工法を対象として比較検討がなされた。その結果、路面下に空隙が再度発生しても路面変状を抑制することができる「本舗装版」による段差抑制工法、および地盤の液状化対策としての現位置固化工法が抽出された。詳細な比較検討が行われた結果、経済性・施工性に優れた「本舗装版」の採用が決定された。

2. 工事概要³⁾

工事は舗装修繕工事として、勾当台地区・東二番町地区・北四番町地区の3工区に分けて発注された。工



写真-1 傷んだ道路（路面沈下補修後）



写真-2 傷んだ道路（路面に発生したクラック）



図一 1 工事箇所概略図

工事箇所を図一 1 に示す。

工 事 名：勾当台地区舗装修繕工事
 工事場所：宮城県仙台市青葉区五橋～本町

工 事 名：東二番丁地区舗装修繕工事
 工事場所：宮城県仙台市青葉区一番町

工 事 名：北四番丁地区舗装修繕工事
 工事場所：宮城県仙台市青葉区上杉一丁目

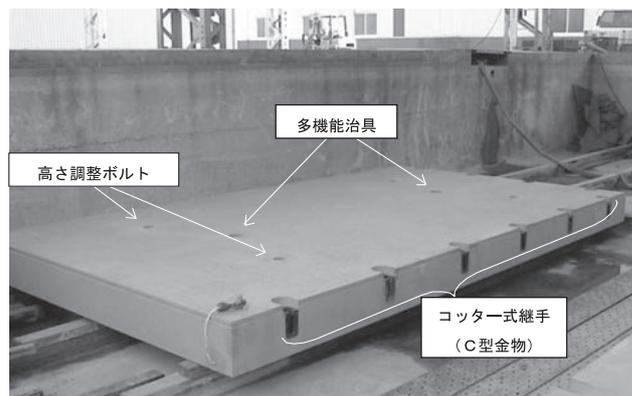
発 注 者：国土交通省 東北地方整備局 仙台河川
 国道事務所

3. 「本舗装版」の構造検討

(1) 概要

「本舗装版」は空港・港湾施設等での使用を主な目的とした高品質・高耐力な舗装版である。版本体は高強度コンクリートを使用（設計基準強度 60 N/mm²）、トラス構造のラチストラス鉄筋などで構成される⁴⁾。版同士の継手にはシールドトンネル用セグメントの継手を技術ベースとしたコッター式継手を採用する。目地材には優れた流動性、超速硬性のグラウトを採用する。「本舗装版」工法は、こうした版本体・コッター式継手・グラウト材を使用することで一体化された高強度・高品質な舗装版を迅速に構築することができる工法である。

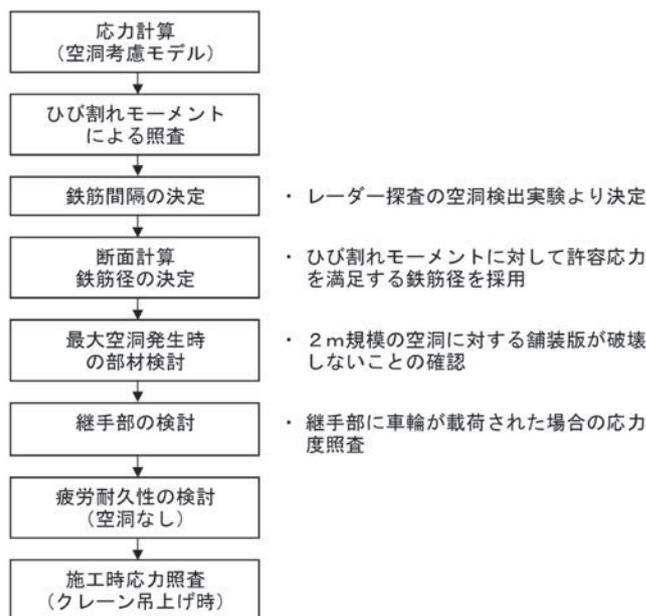
今回、初めて「本舗装版」を道路用として使用するにあたって、また地下空洞・地盤のゆるみに対応させるため次のような検討を行い構造に反映させた。



写真一 3 「本舗装版」構造

(2) 構造検討フロー

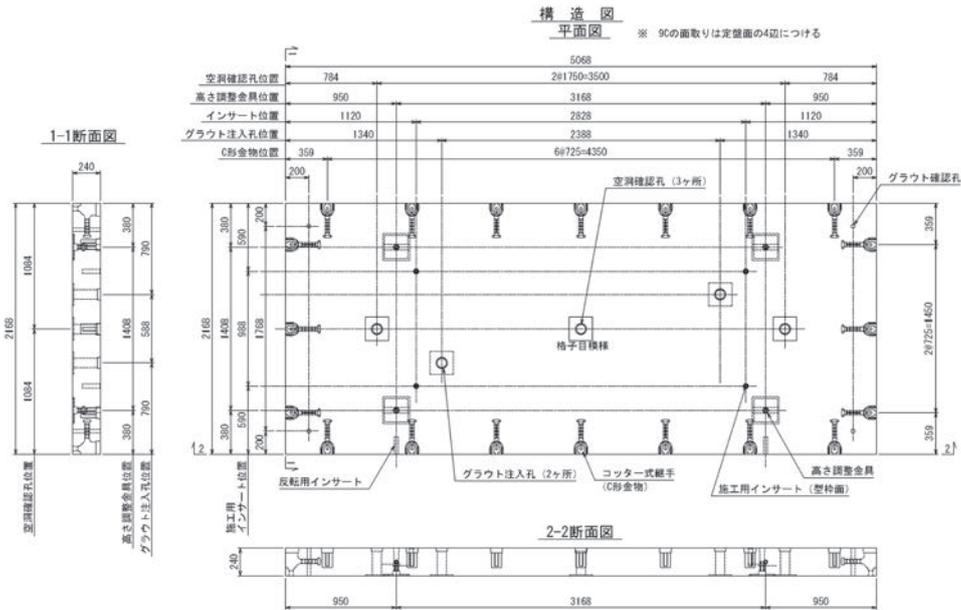
通常の「本舗装版」の検討は路盤の支持力を見込み構造計算を行うが、今回は地下空洞対応・地盤のゆるみに対応させるため、それに応じた検討モデルを設定し、空洞発生時の状況等を踏まえた安全率を考慮した構造検討を行った。今回の検討フローを図一 2 に示す。



図一 2 「本舗装版」構造検討フロー

(3) 版の形状

路面下空洞探査の結果、地震により地下に生じた空洞の最大寸法は 2 m であったことが設計上の条件となった。応力の算定は空洞の大きさを考慮した弾性床版上の梁構造としてモデル化し構造検討を行った。空洞の大きさ、構造検討結果、および施工性を考慮し、「本舗装版」のサイズを 5.0 m × 2.2 m、版厚 0.24 m とした（図一 3）。



図一三 道路用として用いた「本舗装版」

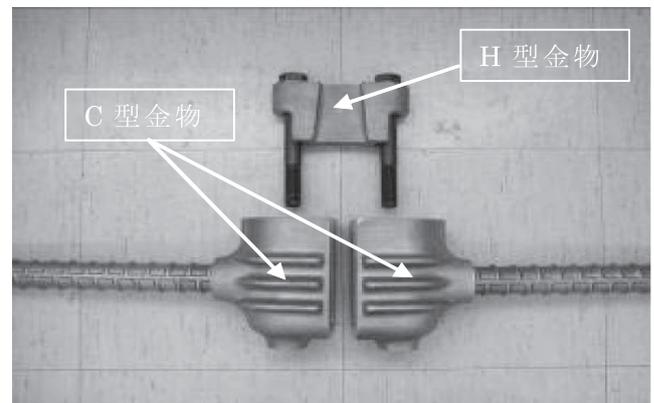
(4) 配筋の検討

一般的に版を薄くすることで経済性・施工性は向上するが、今回の検討では鉄筋量が増えることで施工後の地下レーダー探査の精度が著しく落ちることが懸念された。そこで版厚、鉄筋量については実際に供試体を作成しレーダー探査機を用いて実験を行い、版厚については240 mm、配筋は主筋 D25@300 mm、配力筋 D16@300 mm という条件でレーダー探査可能という結果が得られたため、その実験結果を版の仕様として反映させた(図一四)。「本舗装版」の特徴である曲げ合成を向上させる「ラチストラス鉄筋」については、地下レーダー探査の障害になることが懸念されたため省略されている。

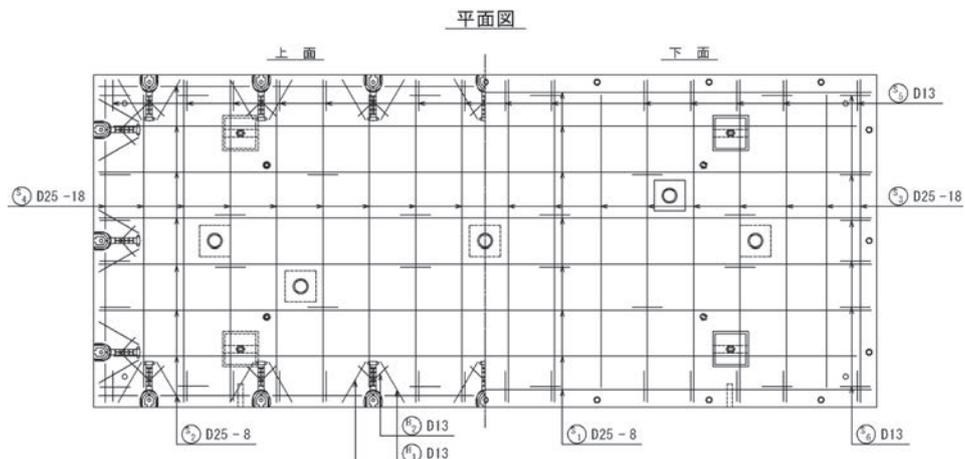
(5) コッター式継手の検討

「本舗装版」の版同士の接続にはコッター式継手を

使用する(写真一四)。版端部に埋め込まれたC型金物にH型金物を版表面から差し込み、固定用ボルトによって版同士を接続する。H型金物およびC型金物にはテーパ状の溝が加工されており、H型金物が



写真一四 コッター式継手



図一四 「本舗装版」配筋図

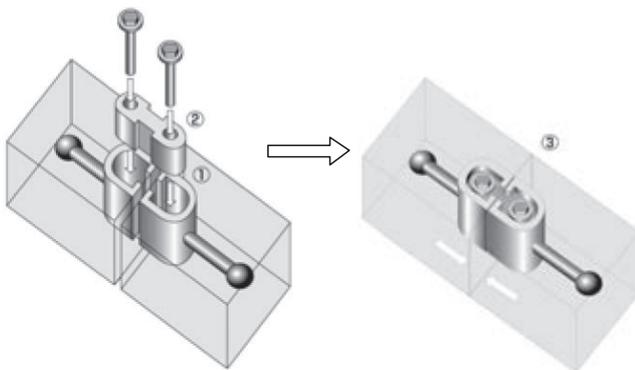


図-5 コッター式継手 接合イメージ

圧入されれば目地部周辺にプレストレスが導入され、プレキャスト版の弱点であった目地部の剛性を高めることができる。またボルトを緩めH型金物を取り外すことで、版の部分交換が可能となる。コッター式継手の接合イメージを図-5に示す。

継手部においても版本体部同様の強度が必要となり、今回の設計条件となる地下空洞の最大寸法に対応させる必要があった。そのため、版本体部同様に地下空洞を考慮した構造検討モデルを設定し、コッター式継手の間隔を算出した。また「本舗装版」の配列は調査による地下空洞分布状態に対応させるため不規則な配列となるため、版を縦横それぞれに接続を可能とした継手の間隔を採用している。

(6) 空洞確認孔の設置

施工後に「本舗装版」直下の地盤の状況を確認する目的で空洞確認孔を設置した。当初、版本体・表層アスファルト舗装部に確認孔を設け舗装表面に蓋を設置する構造が考えられたが、舗装表面に蓋を設けることにより道路管理業務が煩雑となることが懸念されるため、埋設物マーカーを用いて間接的に「本舗装版」直

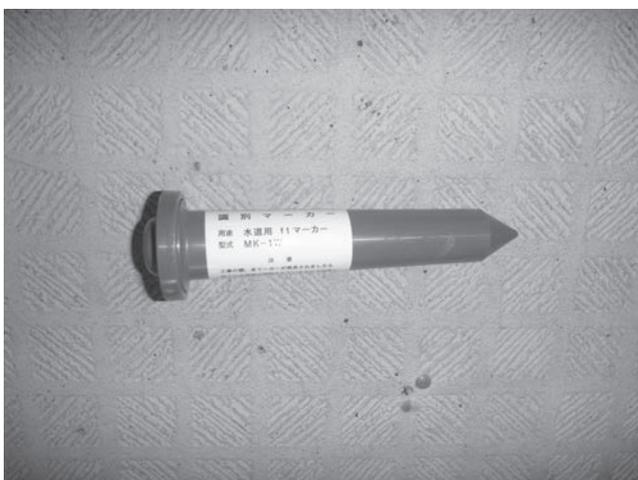


写真-5 埋設物探知マーカー

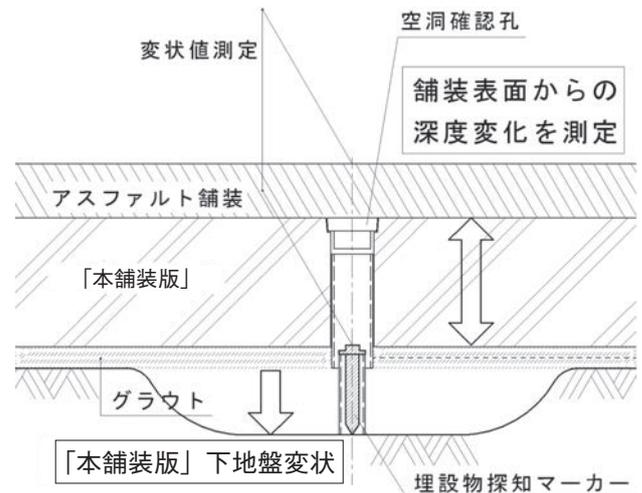


図-6 埋設マーカーによる路面下沈下計測 模式図

下の状態が観測できる方式とした。この方式は版本体に埋設物探知マーカー（写真-5）を設置，樹脂製の蓋を被せその上にアスファルト舗装を施工し，マーカー深度を専用ロケーターにて測定を行う。舗装面に蓋を設けず，またアスファルト舗装を撤去することなく，舗装の上から「本舗装版」直下の地盤変状が確認できる構造である（図-6）。

4. 「本舗装版」の施工

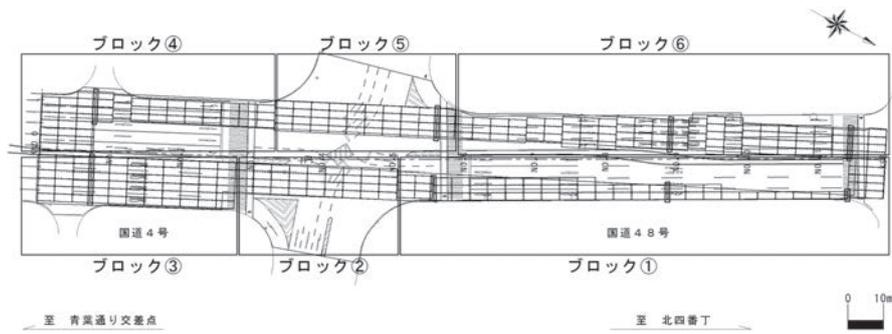
緊急性がある補修工事ではあるものの、交通量の多い市街地であるため道路規制による交通環境への影響は大きく、昼間は道路を開放し夜間にブロックごとの施工という形となった。全体の工事工程を考慮しつつ、日ごとに道路開放をしなければならないため、その条件に対応した施工手順および施工内容について以下に示す。

(1) 準備工

準備工として測量を行い、路面下空洞探査の結果を踏まえた施工範囲の確認をし、版の割付を計画した。また、道路規制を考慮した施工ブロック分けを行い、ブロックごとの施工を行った。マンホールなどの地下埋設物に対しては、その位置に応じた版を工場で作製する必要があるため、その位置を特定する測量には精度が求められた。図-7に勾当台工区における施工ブロックを示す。

(2) 舗装切断，切削工

「本舗装版」設置に先立ち、施工ブロックごとに舗装切断・表層アスファルト舗装切削を実施した。施工ブロックごとに切削を行うことにより表層アスファルト



図一七 「本舗装版」割付および施工ブロック (勾当台工区)



図一八 舗装構成



写真一七 「本舗装版」設置後 仮開放状況

ト舗装施工前の「本舗装版」仮設置箇所との段差が無くなり、その状態で道路を開放することが可能となる。図一八に今回工事の舗装構成を示す。

(3) 「本舗装版」設置工

「本舗装版」設置箇所については、切削した残り部分の基層を撤去し、搬入された「本舗装版」をクレーンにて設置する(写真一六)。「本舗装版」を所定の位置に配列後コッター式継手を仮締付けし、表層のアスファルト舗装をせず一旦道路を開放する。一日当りの設置枚数は、実績として「本舗装版」8枚程度となった(写真一七)。

後日「本舗装版」の高さ調整を行い、裏込めグラウト



写真一八 裏込めグラウト注入状況



写真一六 「本舗装版」設置状況



写真一九 コッター式継手締付け状況



写真—10 「本舗装版」による道路補修完了

トおよび目地グラウトを注入する（写真—8）。目地グラウトが所定の強度に達したのを確認し、コッター式継手の本締付け（締付けトルク管理）を行う（写真—9）。

（4）表層アスファルト舗装工

「本舗装版」上部の表層にはアスファルト舗装（排水性舗装）を施工する。区画線、すり付け舗装など施工し、ブロックごとに工事完成となる（写真—10）。アスファルト舗装施工後に埋設マーカの初期値計測を行った。

5. おわりに

仙台市内の国道4号・48号における道路補修工事は、2012年12月に「本舗装版」高強度PRC版約860枚の施工を完了した。高強度PRC版の採用により、空港・港湾施設での実績を踏まえた技術に基づき強固な道路舗装面が構築され、度重なる余震に対しても安定性を維持していることが確認されている。今後については、レーダー探査・埋設マーカによる追跡調査を実施することで路面変状による災害を未然に防ぐことが可能であると考えられる。

現在、本報文と同様に液状化が予想される地域、また潜在的に地下空洞が存在し路面変状が発生している地域での対策として、高強度PRC版を用いた工法を

検討中である。

今回道路用としては初めて採用された高強度PRC版ではあるが、災害発生時のライフラインの確保・被害の早期復旧という課題に対して、他工法と併に役立つ技術のひとつであると考えられる。

謝辞

最後に多方面にわたりご指導いただいた国土交通省東北地方整備局仙台河川工事事務所の関係各位、ならびに設計者である川崎地質(株)の関係各位に深く感謝申し上げます。

JICMA

《参考文献》

- 1) 八谷好高ほか, RCプレキャスト版舗装による空港誘導路の急速施工, 土木学会論文集F, Vol.62 No.2, pp.181-193, 2006.4
- 2) 武田滋生, 路面下空洞の高強度RCプレキャスト版による被害抑制対策, 土木施工, Vol.53 No.10, pp.86-90, 2012.10
- 3) 勝田尚哉, 陥没対策でPRC版舗装を初採用, 日経コンストラクション, Vol.557, pp.12-17, 2012.12
- 4) 伊藤彰彦ほか, 高強度RCプレキャスト版を使用した空港舗装補修工事, 土木技術, pp.73-80, 2008.3

〔筆者紹介〕

山田 義人（やまだ よしひと）
 (株)ガイアート T・K
 本社技術開発部
 課長

