

高流動コンクリートの種類選定と試験施工

(社)北海道土木施工管理技士会
川田工業株式会社 土木舗装部
主任

坂 東 路 浩

1. はじめに

今回、施工に携わった工事は北海道十勝の帯広-広尾間を結ぶ高規格幹線道路帯広広尾自動車道（完成延長約80km）です。この道路は北海道横断自動車道と連携して、とち帯広空港や十勝港などの交通・物流拠点とのアクセス向上・効率化を支援する高速交通ネットワークとして期待されています。

今年度は帯広幸福インターチェンジから中札内村までの一部、工事延長553.76mの工事です。

工事概要

工事名：帯広広尾自動車道 中札内村共栄34号改良工事

発注者：国土交通省北海道開発局帯広開発建設部
帯広道路事務所

工事場所：北海道河西郡中札内村共栄

工期：平成18年3月24日～
平成19年1月31日

道路土工 掘削工 2,830m³

盛土工 64,450m³

カルバート工（現場打函渠工） 1基

断面内幅 w=7.500m

断面内高 H=4.900m

断面延長 L=13.000m

使用コンクリート

RC-2-1 255m³

RC-4（膨張） 19m³
C-10 7m³
サンドイッチ頂版 t=30cm A=114m²
（高流動コンクリート使用）

仮設工 工事用道路工 1箇所
防塵対策工 2,760m²
排水構造物工 U型側溝 U450 474m
U型側溝 U600 471m
道路附属施設工 立入防止柵 976m



図-1 工事箇所

2. 現場における課題・問題点

施工するカルバートは複合構造函渠工であり、底版部・側壁部を現場打コンクリートで施工し、頂版部は鋼板（型枠を兼ねる）を橋梁のPC桁のように架設して、内部に高流動コンクリートを打設するサンドイッチ頂版を施工しました。

サンドイッチ頂版を用いた複合構造函渠工は一般のPCボックスカルバートと違い、疲労耐久性に優れ、軽量で剛性の高いラーメン構造となるので、最小土被りの無い構造に適用することができます。この工法を用いることで路線全体での盛土施工量が減少でき、コストダウンにも繋がっています。

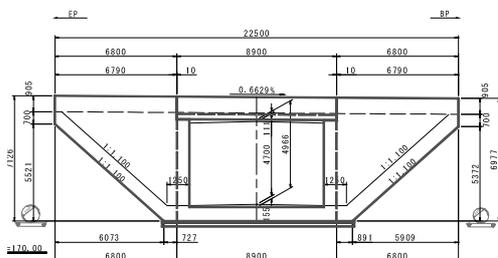


図-2 ボックスカルバート断面図

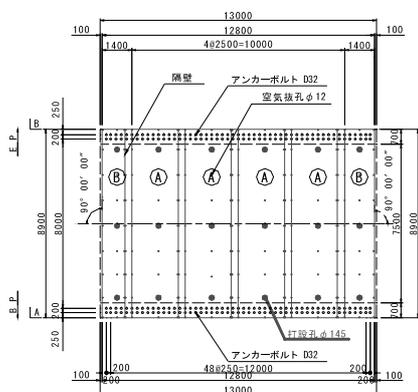


図-3 サンドイッチ頂版平面図

今回、サンドイッチ頂版を施工するに当たって、次のような問題点が考えられました。

- ① 高流動コンクリートの種類選定。
粉体系高流動コンクリート
増粘剤系高流動コンクリート
併用系高流動コンクリート
- ② 高流動コンクリートの自己充てん性の施工中の照査、確認方法の検討。
- ③ 打設・養生期間時におけるコンクリート温度上昇抑制。
また、施工条件については
 - ① 鋼板を架設してから高流動コンクリート打設を行う。(鋼板を連結するため、先にコンクリートを打設すると架設の際に大型クレーンが必要。)
 - ② 打設孔が1スパン3箇所しかなく、施工中、上部には目視できる場所が限られている。

- ③ コンクリート打設時期は8月下旬～9月上旬の予定であり外気温が高いと予想される。



写真-1 架設状況



写真-2 架設完了

3. 対応策・工夫・改良点

今回の施工にあたり、当現場では高流動コンクリートの種類選定、自己充てん性の照査・確認を行うこととなりました。当社での施工実績が少なく、高流動コンクリートの施工データを蓄積するため、実物模型にて試験施工を行うこととし、高流動コンクリートの種類選定、施工手順の確認・検討を行いました。

また、打設時期が夏期となるため、高流動コンクリートの打設・養生期間時におけるコンクリート温度上昇抑制対策については散水養生、養生屋根・送風機の設置により温度調節を計画しました。

① 試験施工実施概要

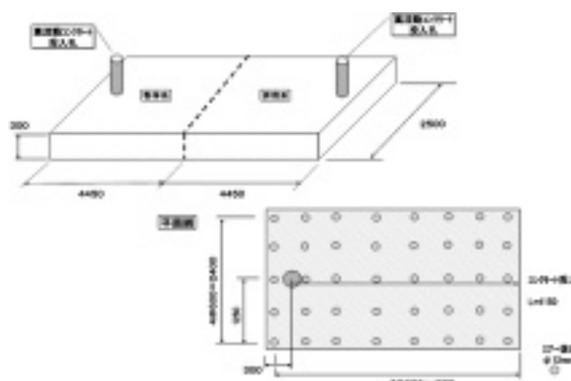


図-4 試験施工概略図

・増粘剤系及び併用系については、併用系に増粘剤が含まれているので併用系を選択し、粉体系と比較検討を行う。

・現場の施工ヤードにて実物大の模型（1スパン分）を木枠にて製作、半分ずつ粉体系、併用系を打設する。

・コンクリート打設中の自己充てん性を確認するため、型枠の上部にアクリル板にて監視孔を設ける。コンクリート天端のエアを排出するためにエア抜きを設け、軽打しながら打設する。

・型枠解体後のコンクリート表面の確認と検証。供試体、コアの採取を行い、骨材の自己充てん性の確認と圧縮強度の測定を行う。

② 併用系と粉体系の性質と特徴

・粉体系は単位粉体量が多い。水結合材比を小さくすることが可能であり、高強度コンクリートにすることができる。その反面使用する粉体によっては自己収縮が大きくなる場合がある。

・併用系は粉体系の特徴を持ち、さらに増粘剤の添加により分離の少ないコンクリートにすることができるが、凝結の遅延等の問題、種類によって効果が多種多様であるので効果的な増粘剤を選定する必要がある。

③ 試験施工の実施状況と検証



写真-3 打設状況

コンクリート現場試験結果は表-1に示す。打設中には特に異常無く完了した。充てん速度は併用系15分、粉体系8分と約2倍の差があった。

表-1 高流動コンクリート現場試験結果

施工月日 H18.8.4
打設箇所 試験施工 I

| | 単位 | 設計 | 実測 | |
|-----------|-------------------|---------|---------|---------|
| | | | 併用系 | 粉体系 |
| 外気温 | ℃ | | 24.5 | |
| スランピング値 | mm | 650×650 | 685×670 | 660×660 |
| 500mm充填時間 | 秒 | 3~15 | 3.74 | 3.76 |
| 空気量 | % | 4.5 | 3.9 | 3.1 |
| コンクリート温度 | ℃ | 10~30 | 26.0 | 25.0 |
| 単位水量 | kg/m ³ | 166 | 150.3 | 160.2 |
| 塩分測定 | kg/m ³ | 0.30 | 0.018 | 0.021 |
| | kg/m ³ | 0.30 | 0.008 | 0.021 |
| | kg/m ³ | 0.30 | 0.004 | 0.017 |
| 塩分測定平均 | kg/m ³ | 0.30 | 0.010 | 0.020 |

脱型後の検証では側面には異常が見られないが、上面ではエアが抜ききれていない状況であった。併用系では25mm~90mm (MAX400×60) の気泡が上面に124個/m²分布し (t=2mm)、大きい気泡は76個/m²確認できた。粉体系では2mm~70mm (MAX200×150) の気泡が満遍なく上面に分布していた (t=2mm)。

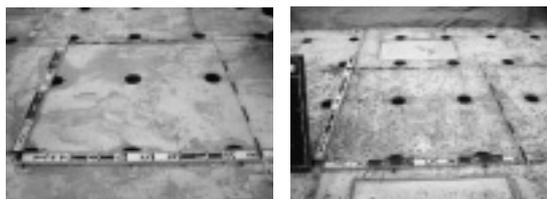


写真-4 コンクリート上面(左 併用系、右粉体系)



写真-5 試験施工型枠脱型後

併用系、粉体系各2箇所コアを採取し、骨材の自己充てん性の確認と圧縮強度試験を行った。投入孔付近から採取したコアは骨材分布が良好であったが、離れた箇所でのコアは粉体系では良好、併用系では粗骨材があまり含まれていなかった。打設時に採取した供試体とコア採取した供試体の圧縮強度試験を行った結果については表-2、表-3に示す。双方とも設計を満足するデータとなったが、併用系は強度のバラツキが粉体系と比較して大きい結果となった。なお試験施工は2回実施し、より精度の良い検証を行った。

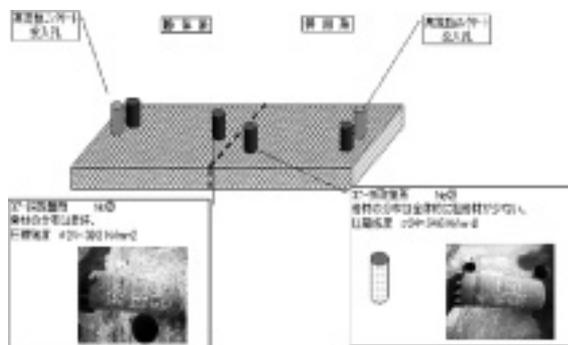


図-5 コア採取とりまとめ図 (1回目)

表-2 高流動コンクリート強度試験結果(供試体)

| | 単位 | 粉体系 | | 併用系 | |
|---------------|-------------------|------|------|------|------|
| | | 標準養生 | 現場養生 | 標準養生 | 現場養生 |
| σ_7 | N/mm ² | 32.5 | 31.2 | 32.2 | 31.0 |
| | N/mm ² | 33.1 | 31.7 | 31.7 | 30.8 |
| | N/mm ² | 32.0 | 30.4 | 32.9 | 30.4 |
| σ_7 平均 | N/mm ² | 32.5 | 31.1 | 32.3 | 30.7 |

表-3 高流動コンクリート強度試験結果(コア採取)

| | | 単位 | 粉体系 | 併用系 |
|-------------------|-----|-------------------|------|------|
| 1回目 σ_{24} | No1 | N/mm ² | 38.1 | 39.2 |
| 1回目 σ_{24} | No2 | N/mm ² | 39.2 | 34.6 |
| 2回目 σ_6 | No1 | N/mm ² | 32.2 | 33.6 |
| 2回目 σ_6 | No2 | N/mm ² | 33.6 | 31.0 |
| 2回目 σ_6 | No3 | N/mm ² | 32.7 | 31.7 |

以上の検証結果より、圧縮強度が安定し表面の気泡が小さく浅い、粉体系高流動コンクリートを使用することとなった。

表面の気泡に関しては併用系・粉体系共に全面的に現れており、構造上、影響の少ない粉体系を選択したが、さらに小さく浅くする必要がある。そのため、当現場では吸塵機を使用し、強制的にエア及びモルタルを吸引する施工方法を採用した。

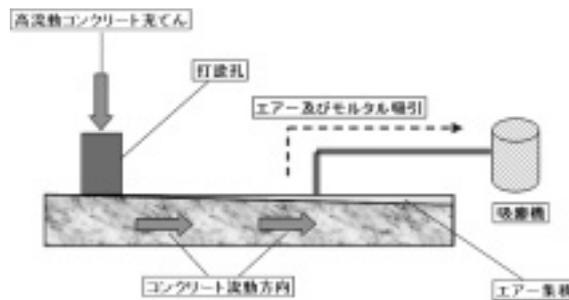


図-6 エア吸引概念図



写真-6 エア吸塵機

4. おわりに

今回、試験施工を行ったが、データとしてはまだ不十分です。次回、高流動コンクリートを施工する現場からの施工データ、あるいは施工後数年の構造データの解析等を参考にする必要があります。

今後、盛土を軽減できる工法としてサンドイッチ頂版を採用する工事現場が増える傾向にあるので、今回の検証を生かした施工を行なっていきたいと思う。