

日本道路公団東京建設局構造技術課 正会員 築山有二
 日本道路公団八王子工事事務所 正会員 大河秀行
 石川島播磨重工業㈱ 正会員 渡邊裕一
 リブコンエンジニアリング㈱ 正会員 門倉 智

1. はじめに

水を2度に分けて投入する分割練りコンクリートは、ブリーディング値や加圧ブリーディング値が一括練りコンクリートより小さいため、沈降クラックや圧送時の材料分離による閉塞を抑制できる。そのため構造的にひび割れが発生しやすい箇所や長距離圧送下での使用が有効と考えられる。現在施工中の圏央道多摩川橋(角形鋼管を使用した4径間連続ダブルデッキトラス橋)は、生態系保持空間上に架かるためにポンプ車の配置が制約を受ける。配管長は最大で300m(水平換算距離)に達する所があり、スランプ10cm前後の普通コンクリート(一括練り)では材料分離による管の閉塞が懸念された。そこで分割練りコンクリートを長距離配管となる箇所及び構造的にひび割れを生じやすい支点上の一部で、JHとしては初めて本橋のRC床版の施工で採用した。

本工事では分割練りのポンプ圧送の影響を確認するために圧縮強度やスランプの低下、さらに圧送時の圧力損失について検討した。さらに耐久性を確認するために透水性試験、透気試験、梁による曲げ載荷試験を実施している。本報は速報としてポンプ圧送の影響(圧縮強度、スランプ、圧力損失)について報告する。

2. 分割練りコンクリートの施工範囲とその特徴

(1) 分割練りコンクリートの施工箇所

分割練りコンクリートの施工箇所を図1に示す。

分割練りは水平換算距離が300mになるP16～P17の上層床版とP16の支点上(上層、下層)で施工した。

(2) 分割練りの特徴

分割練りのフローを図2示す。分割練りは第1段階として練り混ぜ時のトルクが最大となる一次水と骨材、セメントにて骨材の周囲に低W/Cのペーストを付着(造殻)させる。1次水投入後の状態を図3に示す。練混ぜ時のトルクが最大となるように練混ぜた場合、骨材間隔は最小になる。このようにして練り混ぜコンクリートは、一括練りコンクリートよりブリーディング値及び加圧ブリーディング値が減少する。

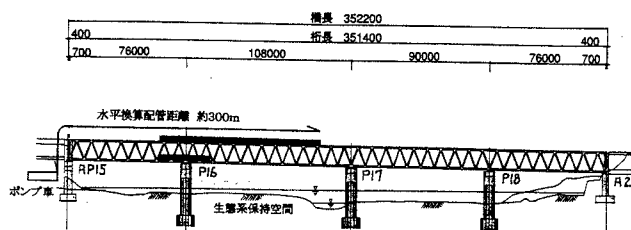


図1 分割練り施工範囲

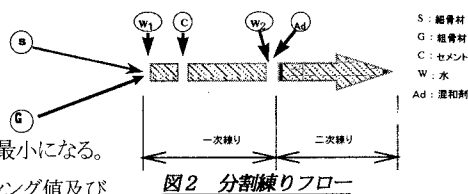


図2 分割練りフロー

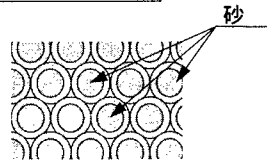


図3 一次練り後の状況

3. ポンプ圧送による影響検討

分割練りコンクリートのポンプ圧送による影響を確認するために、圧送後の圧縮強度及びスランプについて検討した。分割練りは圧送距離(水平換算として)が50m、100m、

300mの条件で検討し、一括練りは150m～約250m(水平換算水平距離)の条件で検

討した。さらに分割練りコンクリート採用の妥当性を検証するために、表3の条件で圧力損失の測定を実施した。圧力損失の測定はできるだけ分割練りと一括練りの圧送条件を揃えるために、水平配管部(3箇所:27m間隔)で行なった。この結果を基に分割練り及び一括練りの圧送限界距離を算定し、施工範囲の妥当性を評価する。施工に使用したコンクリートの材料を表1に示し、表2に示方配合を示す。本工事は筒先での目標スランプを 8 ± 2.5 cmに設定したため、受け入れ時のスランプを圧送によ

キーワード: 分割練り混ぜコンクリート、鋼橋床版、圧力損失、圧送距離

石川島播磨重工業㈱ 〒135-8322 東京都江東区毛1-19-10 TEL 03-3846-3152、FAX 03-3846-3345

るスランブロス considering 11±2.5cmとした。

表1 使用材料

種別	種類、物性
セメント	普通ポルトランドセメント 比重 3.16
細骨材	右灰砂砂:砕砂:陸砂=4:4:2
	石灰砂砂(秩父郡横瀬町) 比重 2.660 FM 2.76
	砕砂(西多摩郡松原村) 比重 2.657 FM 3.04
	陸砂(千葉県佐原市) 比重 2.588 FM 1.80
粗骨材	2005砕石(西多摩郡松原村) 比重 2.650 FM 6.58
混和剤	AE減水剤(高変性ポリオールとグリニール誘導)

表2 示方配合表

Gmax	スランプ	空気量	W/C	S/a	単位重量(kg/m³)						
					水	一次水	二次水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤
20	11±2.5	4±1.5	51.6	45	160	89.9	70.1	310	830	1019	0.78

表3 圧送試験時の条件

	分割練り	一括練り
高低差	20m	25m
水平距離	54m	60m
気温	18℃	18℃
コンクリート温度	22℃	22℃
スランプ	9.5	10~10.5

4. 検討結果

(1) 圧縮強度

本工事では分割練りコンクリートを300m(水平換算圧送距離)の所で採用したが、材料分離すること無く、所定の強度を得ることを確認した。分割練り、一括練り共に圧送距離(水平換算として)との相関は見られず、両者の差は確認できなかった。圧縮強度の低下率(圧送後の圧縮強度/圧送前の圧縮強度)は、本工事のコンクリートにおいては、分割練りの方が圧送距離が長いにもかかわらず0.97と一括練り(0.96)より若干ではあるが小さかった(図4)。圧送後の圧縮強度は分割練りの方が高い傾向を示した(図4、材令28日)。以上のことから分割練りコンクリートは長距離圧送を行っても材料分離無く、安定した品質を供給できたと判断できる。

(2) スランプ低下量

分割練り一括練り共に圧送後はスランプが低下した。しかし圧送距離との相関は見られず、かつ分割練り及び一括練りとの明確な差も表れなかった。一例として圧送前後のスランプを図5に示す。

(3) 圧送時の圧力損失

圧力損失の測定結果を表4に示す。圧力損失は吐出量と正比例し、さらにスランプも分割練りの方が小さいため、吐出量の大きい分割練りの方が圧力損失は大きいと予想した。ところが分割練りの圧力損失(3.74×10⁻²MPa/m)は、一括練りの圧力損失(4.00×10⁻²MPa/m)より小さくなった。一般に吐出量と圧力損失の関係は直線で示される(図6)。スランプ12cmの普通コンクリートの場合、管径125A、吐出量10m³における水平管1m当たりの圧力損失は、約1.0(×10⁻²MPa/m)である。吐出量10m³時の圧力損失は、練り混ぜ方法による差は小さいと考えられる。従って分割練り及び一括練りの吐出量を10m³とした時の圧力損失は共に1.0と仮定できる。300m圧送する時の吐出量をポンプ車の能力から推定すると40m³となり、この時の分割練りの圧力損失は2.2(×10⁻²MPa/m)、一括練りの圧力損失は2.8(×10⁻²MPa/m)となる。この圧力損失を用いて本工事で使用したポンプ圧送負荷(7.5MPa)の圧送限界距離(水平)を表6に示す。計算結果からも分割練りは300m以上でも圧送可能であり、一括練りでは267mとなり本工事の最長距離(水平換算にして300m)に対しては、計算結果でも圧送できないことを確認した。

5. まとめ

本工事では一括練りでは困難(水平換算距離300m)な箇所も分割練りコンクリートは材料分離や閉塞することなく、良好な品質で圧送できることを確認した。さらに分割練りは一括練りよりスランプは小さくなるにもかかわらず、圧力損失は小さくなり、一括練りより遠くへ圧送できることを確認した。以上のことから長距離配管となる箇所、分割練りコンクリートを採用したことは妥当であったと判断できる。今回報告できなかった耐久性については、別途報告を予定している。

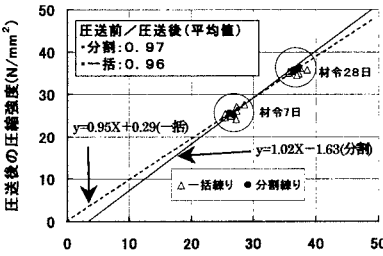


図4 圧送前後の圧縮強度比較

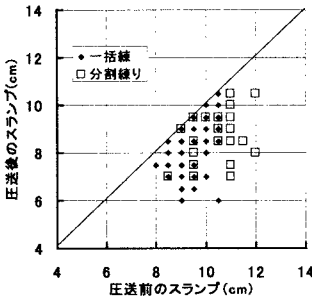


図5 圧送前後のスランプ比較

表4 圧力損失比較

理論吐出量(m³/h)	管の半径R(cm)	圧送後平均流速v(cm/s)	平均圧力勾配i(×10 ⁻² MPa/m)	圧力損失(R/2)×i(×10 ⁻² MPa/m)
分割 78.1	6.25	8.33	1.197	3.74
一括 62.2	6.25	9.83	1.278	4.00

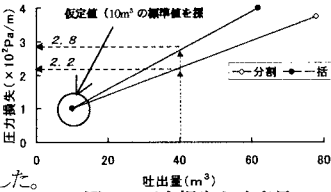


図6 圧力損失と吐出量

表5 300m 圧送条件での計算圧送距離

理論吐出量(m³/h)	圧送負荷(MPa)	圧力損失(R/2)×i(×10 ⁻² MPa/m)	圧送可能距離(m)
分割 40	7.5	2.2	340
一括		2.80	267