

打込み温度 10 度以下のフライアッシュコンクリートを用いた 北陸新幹線の高架橋スラブの強度確認

鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 ○井上 翔
 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 加藤 寛之
 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 米澤 豊司
 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 西 恭彦

1. はじめに

北陸新幹線（金沢・敦賀間）では、コンクリートに用いる骨材は必ずしも良好とは言えず、アルカリ骨材反応が懸念された。一方、北陸地方では、良質なフライアッシュの安定的な供給が可能であったことから、鉄道・運輸機構ではフライアッシュコンクリートの活用を念頭に、配合の違いによる材料特性等を検討してきたところである¹⁾。また、施工性の確認を目的に、一部の工事の構造物を対象に試験施工を行っている。

標準的な打込み時のコンクリート温度は、寒中および暑中を除く一般的な条件下では、特に制約を定めていない。一方、フライアッシュコンクリートの場合は、原則として 10 度以上^{2) 3)}とされている。しかし、北陸地方では水や骨材の加熱設備がない生コンプラントが多いことから、日平均気温が 4 度超でも 10 度以上での温度管理が困難な状況であった。

新幹線の高架橋スラブは、部材の厚さが約 30cm であり、マスコンクリートのように水和発熱による温度上昇が期待できない薄い部材と考えられたため、実際の施工条件下において、強度発現等について確認することが必要と考えた。本稿は、試験施工を行った高架橋スラブに対して、非破壊試験による強度推定を行い、品質の確認を行ったものである。

2. 試験施工の概要

試験施工は、施工性の確認を目的に、北陸新幹線の実構造物のうち、石川県能美市に新設する RC ラーメン高架橋と RC 橋脚の一部を対象に、北陸産分級フライアッシュを使用したコンクリートの打込みを行ったものである。試験施工の概要を表 1, 2 に、使用材料および配合計画を表 3 に示す。また、性状および圧縮強度試験の結果を表 4 に示す。

表 1 試験施工概要

工事名称	北陸新幹線、能美西任田高架橋
施工場所	石川県能美市
受注者	若築・本間・石田共同企業体
構造物名称	第 1 五間堂 BL R2
構造形式	RC ラーメン高架橋 (3 径間)
スラブ	30 cm×2.3~2.7m 2017.12 打込み 養生：給熱 (7 日間) + 湿潤 (12 日間) 型枠脱型：38 日後

表 2 配合条件

混和材の置換率	15~17%
設計基準強度	27N/mm ²
水結合材比	50%
骨材最大寸法	25mm
スランブ	12±2.5cm
空気量	5.5±1.5%
単位水量の上限値	175kg/m ³

表 3 使用材料および配合計画

セメント	普通ポルトランドセメント 密度:3.15g/cm ³ 266kg/m ³
混和材	分級フライアッシュ (七尾大田火力発電所) 比表面積:4,840cm ² /g 密度:2.48g/m ³ 54kg/m ³
水	上澄水・地下水 158kg/m ³
水結合材比	49.3%
細骨材率	細骨材率 43.7% (細骨材,粗骨材:手取産)
混和剤	AE 減水剤

表 4 性状および圧縮強度試験

項目	打込み開始 8 時 (圧送後)	150m ³ 14 時 (圧送後)
	スランブ	12.0(11.0) cm
空気量	5.0(4.2) %	5.9(4.5) %
単位水量	149 (145) kg/m ³	162 (152) kg/m ³
打込み温度	8°C	10°C
外気温	3°C	7°C
圧縮強度 (標準養生) 〔比較:N〕	σ7:23.8 N/mm ² σ28 : 36.4 N/mm ² 〔σ7:27.5 N/mm ² 〕 〔σ28 : 39.0 N/mm ² 〕	σ7 : 20.7 N/mm ² σ28 : 32.3 N/mm ² 〔σ7:26.9 N/mm ² 〕 〔σ28 : 40.4 N/mm ² 〕

キーワード フライアッシュ, 打込み温度, 冬季施工, 鉄道高架橋, スラブ, 非破壊試験

連絡先 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原三丁目 5 番 36 号 (新大阪トラストタワー)

(独) 鉄道・運輸機構 大阪支社 計画部 技術管理課 TEL06-6394-6033

3. 非破壊試験

非破壊試験は、テストハンマーによる強度推定⁴⁾を行った。測定した部材は、高架橋スラブの下面、上面とし、参考に横梁の側面も対象とした。測定では、各部材で3か所以上の測定箇所を選定し、それぞれの部材に応じた補正を行い、テストハンマー強度を算定した⁵⁾。材齢による補正は、材齢が28日以上であるため行っていない。また、圧縮応力による補正も考慮していない。なお、試験結果の比較のため、翌日に普通ポルトランドセメントで打込みを行った高架橋についても、測定を行った。

4. 結果

図1に、各部材のテストハンマー強度の結果を示す。打込み温度が8度程度で打込みをしたフライアッシュコンクリート(FA)は、どの部材についても平均値は設計基準強度 27N/mm^2 を満足していた。比較的部材の大きい横梁は、普通セメント(N)と同等の強度であったが、スラブについてはやや低い傾向にあった。既往の模擬柱の試験体⁶⁾ではセメントの違いによる差異は少なかったが、円柱供試験体では1割程度の差を有していたことから、部材の大きさによる水和熱の違いの影響が一因として考えられる。

なお、スラブ上面については、一部で強度の低い特異な測定点があり、今回比較したNは設計基準強度を下回った。両者とも、8時頃から18時頃まで打込みを行い、表面の仕上げが完了したのは22時頃であった。気象庁の気象データ(小松市)によると、表面仕上げまでの時間帯の平均気温は3~4度で、最低気温は2度であった。違いはFAの打込み日は南風が、Nでは北風が卓越していた点である。養生は、寒中コンクリートとなることが想定され、打込み完了後、上面にやぐらとシートによって覆い、下面にジェットヒーターを設置して給熱養生を行った。仕上げ後は上面でも給熱養生を行った。しかしながら、当時の状況から、上面の養生にムラが生じて低温となった可能性があった。また、上面のブリーディングの影響も考えられることから、スラブ上面の施工にあたっては、セメント種類によらず、養生や仕上げ方法に特に留意する必要があると考えられる。

外観は、普通セメントとの差異はなく、スラブ下面や横梁には光沢があり良好な出来映えであった。

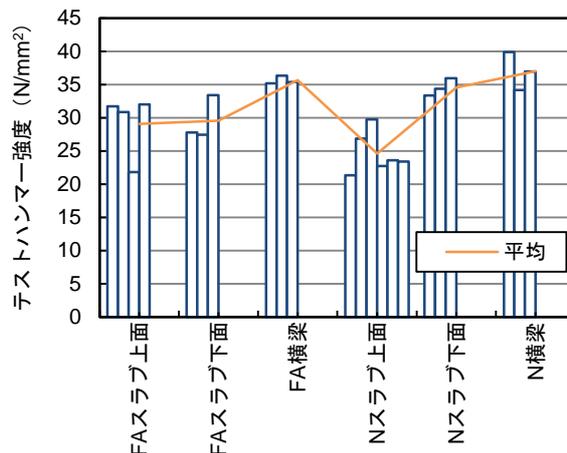


図1 各部材のテストハンマー強度(平均値)

5. まとめ

- (1) 打込み温度が8度程度のフライアッシュコンクリートで打込みを行ったスラブのテストハンマー強度の平均は、設計基準強度以上であった。
- (2) スラブの強度発現は、普通セメントよりやや低く、部材の大きさの影響が考えられた。
- (3) スラブの上面は、セメントの種類によらず、養生や仕上げ方法に留意する必要がある。

参考文献

- 1) 米澤豊司,鈴木恒男,石井秀和,笠倉亮太:フライアッシュコンクリートの北陸新幹線への適用,プレストレストコンクリート,vol.59,No.6,pp.28-33,2017.11
- 2) (公社)土木学会:フライアッシュを用いたコンクリートの施工指針(案),土木学会コンクリートライブラリー94号,1999
- 3) 北陸地方におけるコンクリートへのフライアッシュの有効利用促進検討委員会:北陸地方におけるフライアッシュコンクリートの配合・製造および施工マニュアル(案),2013.6
- 4) 土木学会基準(JSCE-G 504-2013)「硬化コンクリートのテストハンマー強度の試験方法」
- 5) 国土交通省大臣官房技術調査課 独立行政法人土木研究所 技術推進本部構造物マネジメント技術チーム「テストハンマーによる強度推定調査の6つのポイント」
- 6) 三倉寛明,笠倉亮太,渡辺健,岡本大,下津達也,角孝之:供試体の製作方法と養生方法がフライアッシュコンクリートの強度発現に与える影響,土木学会第71回年次学術講演会,V-135,pp269-270,2016.9