

施工による空気量の変化についての分析

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○三浦 秀一郎
東日本旅客鉄道(株) フェロー 築嶋 大輔

1. はじめに

コンクリート構造物の耐久性を損なう劣化のひとつに凍害があり、JR 東日本においても、東北地区で多くの発生報告がある。以前からコンクリートの耐凍害性の向上については、AE コンクリートの使用等によって図られてきているが、寒冷地等のコンクリート構造物では凍害の発生を制御できていないのが現状である。そこで、実態調査として、東北地区の新幹線高架橋（以下、高架橋）の実構造物からコアを採取し、気泡の連行状況等に関する分析を行ったところ、全体として標準配合よりも空気量が低いものが多く、受入れ検査時から硬化までの間、つまり施工の過程において空気量が減少する可能性が考えられた¹⁾。そこで、実施工現場で施工段階における空気量を調査・測定することで、施工による空気量の変化について分析を行った。また、合成短繊維を混入すると荷下ろし時から空気量が増加する傾向であったため、合成短繊維が耐凍害性に与える影響についても調査を実施した。

2. 調査項目と方法

調査は、実施工現場で表 1 に示す荷下ろし時・合成短繊維混入後（混入する現場のみ）・圧送後の各過程でコンクリートを採取し、空気量を測定した。締固めについては、打ち込み後の現場から採取できなかったため、ポンプ圧送時の筒先からコンクリートを採取後、模擬的にパール缶等の中で棒型振動機をかけ、空気量を測定した。空気量の測定は、空気室圧力方法（JIS A 1128）により、ワシントンエアメータを用いて実施し、荷下ろし時以外は 3 回の平均を測定値とした。表 2 に今回調査を実施した現場の配合や圧送距離、混和剤の種類を示す。合成短繊維については、コンクリートの剥落により第三者被害が懸念される箇所に剥落対策として少量（0.05Vol%程度）使用しており、現場 A では、施工ブロックにより合成短繊維の混入の有無が別れていたため、それぞれで計測した。また、締固め後の測定は、現場 A（繊維有）、D で実施した。

3. 測定結果

各施工段階で測定した空気量を表 3 および図 1 に示す。合成短繊維を混入した現場 A（繊維有）・B では、ともに合成短繊維混入後に空気量が増加したが、圧送後では、現場 A（繊維有）では空気量が増加し、B では減少した。ただし、荷下ろし時から圧送後の空気量に着目すると、ともに圧送後において空気量が増加していた。合成短繊維が混入されていない現場 A（繊維無）・C・D・E では、圧送後において A（繊維無）では空気量に変化はなく、C

表－1 測定項目および方法

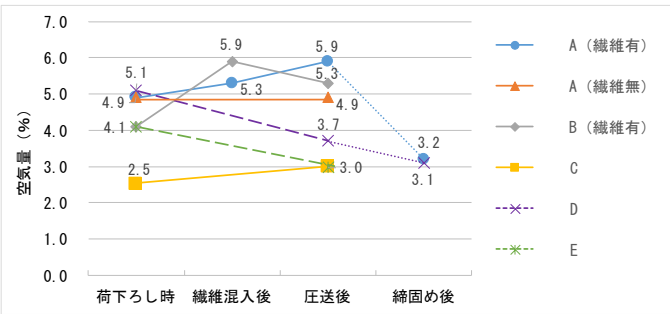
項目	方法
荷下ろし時	受入れ検査時に計測
繊維混入後	合成短繊維混入後にコンクリートを採取し、計測
圧送後	ポンプ圧送時の筒先からコンクリートを採取し、計測
締固め後	ポンプ圧送時の筒先からコンクリートを採取し、パール缶等の中で棒型振動機をかけた後、計測

表－2 調査箇所一覧

現場	合成短繊維の混入	配合	圧送距離 (m)		目標空気量 (%)	単位水量 (kg/m ³)	W/C (%)	混和剤
			水平	鉛直				
A	有り	40-18-20 H	48.0	36.1	4.5	165.8	38.1	高性能AE減水剤
	無し							
B	有り	33-21-20 N	188.4	22.5	4.5	172.5	48.0	高性能AE減水剤
C	無し	60-70-20 M	228.0	28.0	3.0	169.5	33.0	高性能AE減水剤
D	無し	24-12-25 BB	0.0	28.0	4.5	146.3	54.0	AE減水剤
E	無し	30-15-25 BB	0.0	27.0	4.5	160.2	44.0	AE減水剤

表－3 測定結果

施工現場	空気量 (%)				混和剤
	荷下ろし時	合成短繊維混入後	圧送後	締固め後	
A (繊維有)	4.9	5.3	5.9	3.2	高性能AE減水剤
A (繊維無)		—	4.9	—	
B (繊維有)	4.1	5.9	5.3	—	高性能AE減水剤
C	2.5	—	3.0	—	高性能AE減水剤
D	5.1	—	3.7	3.1	AE減水剤
E	4.1	—	3.0	—	AE減水剤



図－1 測定結果

キーワード 空気量, 高性能 AE 減水剤, 合成短繊維, 凍結融解抵抗性

連絡先 〒163-0231 東京都新宿区西新宿 2-6-1 新宿住友ビル 31F 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター TEL 03-6276-1251

では増加、D・E では減少した。ここで、使用した混和剤に着目すると、荷下ろし時から圧送後に空気量が減少しなかった現場 A（繊維有・無）・B・C では高性能 AE 減水剤を使用しており、空気量が減少した現場 D・E では AE 減水剤が使用されていた。混和剤ごとに圧送前後での空気量を整理したものを図 2 に示す。なお、図中の圧送前の空気量とは、各現場の荷下ろし時の空気量である。既往の文献では高性能 AE 減水剤を使用した場合、圧送後に空気量が増加する傾向がある²⁾とされているが、今回の調査結果も同様な傾向であった。この結果より、高性能 AE 減水剤を使用することで、施工による空気の減少を軽減できる可能性が示唆された。また、模擬的な締固めを実施した現場 A（繊維有）、D では、締固め後で空気量が減少しており、A（繊維有）では、合成短繊維混入後および圧送後において空気量が増加したものの、締固め後の空気量は荷下ろし時点からも減少する結果となった。

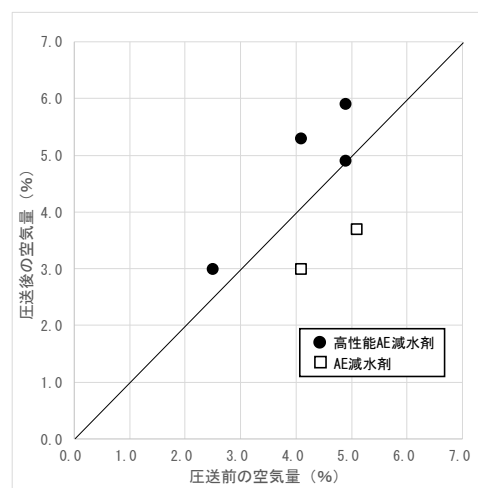


図-2 混和剤別の圧送前後での空気量

4. 合成短繊維が耐凍害性に与える影響

合成短繊維を混入すると荷下ろし時から空気量が増加する傾向であったことから、合成短繊維の有無が耐凍害性に及ぼす影響について調査を行った。調査は、表 2 中の現場 B から採取したコンクリートを用いて供試体を作製し、JIS A 1148 の A 法に準じて凍結融解抵抗性試験を実施した。供試体は、合成短繊維混入前（荷下ろし時）と合成短繊維混入後から採取したコンクリートを用いて作製し、それぞれ試験を実施した。

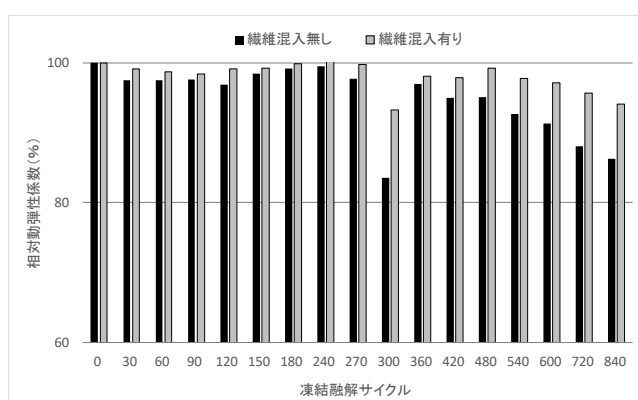


図-3 凍結融解抵抗性試験結果

図 3 に試験結果を示す。なお、今回は 300 サイクル終了時点で相対動弾性係数が 60% 以下となっていなかったため、その後も試験を継続し、最終的に 840 サイクルまで試験を実施した。測定は、300 サイクルまでは 30 サイクル毎、300 サイクル以降は 60 サイクル毎、720 サイクルからは 120 サイクル後に測定を実施した。その結果、270 サイクルまで合成短繊維の有無に関わらず相対動弾性係数に明らかな低下傾向は認められなかったが、300 サイクルで共に一旦低下した後、360 サイクルで相対動弾性係数が再び上昇し、それ以降は徐々に低下する結果となった。低下率は合成短繊維有りに比べて無しの方が大きく、840 サイクル時点で合成短繊維無しの相対動弾性係数が 86.3%、合成短繊維有りが 94% と約 8% 程度の差が確認された。合成短繊維の有無で差が生じた要因として、合成短繊維混入後に増加した空気の影響の他、合成短繊維の架橋効果による影響、もしくは合成短繊維自体が水の凍結時の膨張圧を緩和した影響などが考えられる。合成短繊維の有無に関わらず相対動弾性係数が 80% 以上のためどちらも耐凍害性を有しているが、合成短繊維の混入が耐凍害性にも有効であるという結果となった。

5. まとめ

施工による空気量の変化について、今回現場調査を行った範囲で、以下のことが確認された。

- (1) 高性能 AE 減水剤を使用した現場では、圧送前後で空気量が増加する傾向、AE 減水剤を使用した現場では、圧送前後で空気量が減少する傾向であった。
- (2) 合成短繊維の混入により、耐凍害性が向上する結果となったことから、剥落対策を目的に行っている合成短繊維の混入が、耐凍害性の向上にも効果があることが分かった。

参考文献

- 1) 三浦秀一郎，廣田元嗣：東北地区の高架橋における凍害の実態と耐凍害性に関する分析，第 73 回年次学術講演会
- 2) 山崎順二ら：コンクリートの圧送における空気量の変化とその制御方法に関する検討，「コンクリート中の気泡の役割・制御に関する研究委員会」シンポジウム論文集，P83-88，2015.6