

コールドジョイントの耐凍害性

北海道旅客鉄道（株） 正会員 ○谷口 学
 北海道大学大学院工学研究科 フェロー 佐伯 昇
 （財）北海道コンクリート技術センター 正会員 今井 益隆

1. はじめに

平成 11 年全国で様々な鉄道トンネルのコンクリート剥落事故が相次いだ。その原因の一つにコールドジョイントが上げられた。しかしコールドジョイントの発生メカニズムや性能評価の研究は多くされているが、耐久性についての研究は少ない。よって本研究では人為的に作成したコールドジョイント部に対し凍結融解試験と超音波伝播速度の計測を行い、コールドジョイント部と健全部の比較を行うことによって、コールドジョイント部の耐凍害性について検討する。

2. 実験概要

2. 1 供試体作成

セメントには普通ポルトランドセメントを用い、細骨材には川砂、粗骨材には川砂利、混和剤は A E 減水剤を使用した。そして約 30 年前に施工されたトンネル覆工コンクリートの配合（表-1）をもとに供試体を作成した。

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量						性状		圧縮強度 N/mm ²
		kg/m ³			(cc)			スランプ (cm)	空気量 (%)	
46.7	38	C 353	W 165	S 690	G 1156	AE剤 1059		13±1	5±1	55.1

打設方法は、あらかじめ必要量全てを1バッチとして練り混ぜ、図-1の様に高さ 200mm までを1層目とし、各打設時間間隔後に2層目を打設することによりコールドジョイントを再現した。打設時間間隔は、0, 0.75, 1.5, 2.25h の4パターンとした。なお、1層目の表面処理は行わず、ブリージングやレイタンスは取り除かなかった。締め固めには、1、2層目共に棒形振動機で行い、2層目締め固めの際には、1層目に振動が加わらないように行った。材令1日で脱型し、材令14日まで水中養生を行った。

2. 2 試験方法

凍結融解試験は、「コンクリートの凍結融解試験方法」(JIS A 1148)に従い、共鳴振動による相対動弾性係数、質量減少率を計測し、それと同時に超音波伝播速度の計測も行った。超音波伝播速度の計測は図-2の様に、対称法として1～2を計測し、表面法は、3～4を健全部、4～5をコールドジョイント部として計測し、健全部とコールドジョイント部の超音波伝播速度の比較を行った。

3. 実験結果および考察

3. 1 相対動弾性係数

図-3は、打設時間間隔別の相対動弾性係数の推移である。打設時間間隔が長くなるに従い早くに相対動弾性係数は低下している。これは、打設時間間隔が長くなるほど1層目の表面乾燥が進み、コールドジョイントが出来やすくなり、凍結融解の繰り返し作用に対する耐久性も低下したためと考えられる。次に図-4は、練り混ぜ直後のコンクリート温度と空気量別の相対動弾性係数の推移である。打設時間間隔は全て 1.5h である。練り上がり温度 19℃、空気量 5.5%は 300 サイクル時点でも 80%

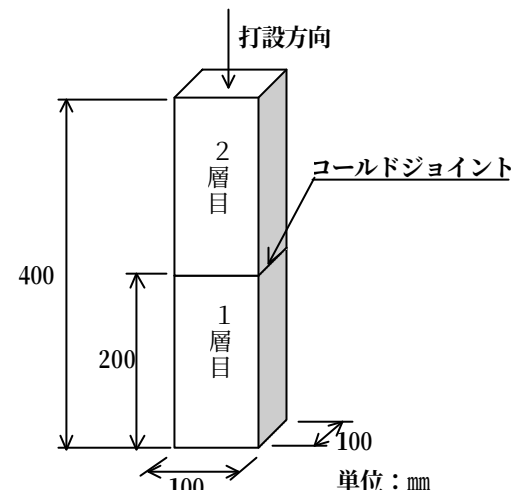


図-1 供試体形状

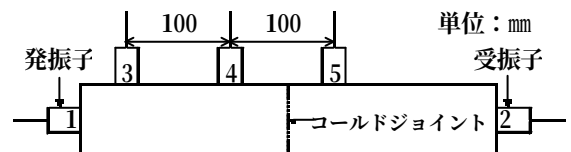


図-2 超音波速度計測方法

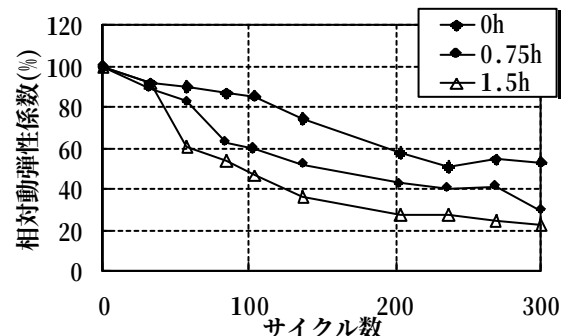


図-3 打設時間間隔別相対動弾性係数の推移

キーワード コールドジョイント、凍結融解、相対動弾性係数、超音波伝播速度

連絡先 〒059-1931 勇払郡追分町中央一番地 追分工務所 TEL 01452-5-2497

を保っているのに対し、他の2つは、200 サイクル時点で一体性が失われたと判断できる 60%を下回っている。この理由は、空気量が 3.0%と 3.5%と少ないため耐凍害性が劣ったと考えられるが、練り上がり温度 30℃の方が試験当初からより早くに急激な低下が発生し、100 サイクル以前に 60%を下回っている。よって、コールドジョイントは、コンクリートの練り上がり温度が高くなるほど発生しやすく、練り混ぜ直後のフレッシュ性状によりコールドジョイントの程度が大きく左右されると言える。

3. 2 超音波伝播速度

次に図-5は、超音波伝播速度の推移を測定方法別に表したもので、第2軸には相対動弾性係数の推移も併せて表示した。打設時間間隔は 0.75h である。まず、表面法において試験開始時は、コールドジョイント部と健全部はほぼ同じ速度であることから、施工直後はコールドジョイント部も一体性を保っていたと言える。しかし、凍結融解の繰り返し作用により、健全部は 150 サイクル付近まではほぼ一定を保ち、その後緩やかに低下しているのに対し、コールドジョイント部は、当初から急激に低下し、150 サイクル付近からは極めて低い速度で推移している。これは、コールドジョイント部のコンクリート表面から内部に進行する凍害による劣化速度が、健全部に比べ速いためと言える。また、対称法も表面法に比べ緩やかであるが徐々に低下している。

次に相対動弾性係数の推移と比較すると、対称法と表面法のコールドジョイント部の超音波伝播速度の低下が発生した時期や推移が似ている。特に表面法のコールドジョイント部で極めて低い超音波伝播速度を示した 150 サイクルは、相対動弾性係数が一体性が失われたと判断できる 60%を下回った時期と一致する。よって、超音波伝播速度と相対動弾性係数の間には極めて高い相関性があると言える。また、表面法の健全部と相対動弾性係数の推移は異なることから、相対動弾性係数の低下は、コールドジョイント部の劣化の進行に起因していることが明確である。

そして、超音波伝播速度から相対動弾性係数の推測が可能と考え、測定方法別に相対動弾性係数と超音波伝播速度の散布図を作成した。そして、近似式と信頼係数を記入したのが図-5, 6である。この推測式より、表面法の方が傾きが小さいため相対動弾性係数の推測がしやすいと言える。

4. 結 論

- 1) 打設時間間隔が長く、練り上がり温度が高くなるほどコールドジョイントは発生しやすく劣化進行速度も速い。練り混ぜ直後のフレッシュコンクリートの状態がコールドジョイントの程度に大きく左右する。
- 2) コールドジョイントは、施工直後は一体を保っているが耐凍害性は健全部に比べ劣る。
- 3) 超音波伝播速度から相対動弾性係数の推測が出来ることから、実構造物の耐凍害性の判断が可能である。

参考文献

土木学会：コンクリート構造物におけるコールドジョイント問題と対策に関する調査研究（2000）

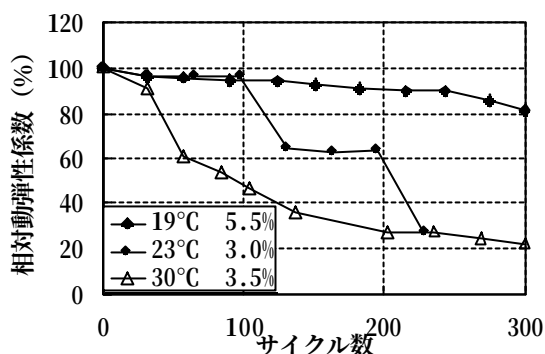


図-4 コンクリート練り上がり温度
空気量別相対動弾性係数の推移

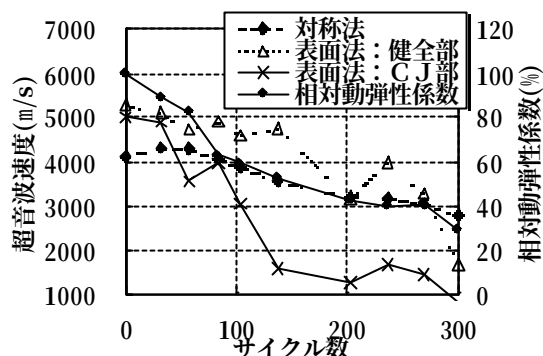


図-5 測定方法別超音波伝播速度の推移

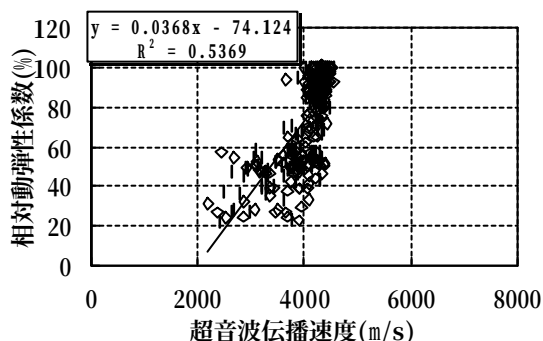


図-6 相対動弾性係数と超音波伝播速度の関係
(対称法)

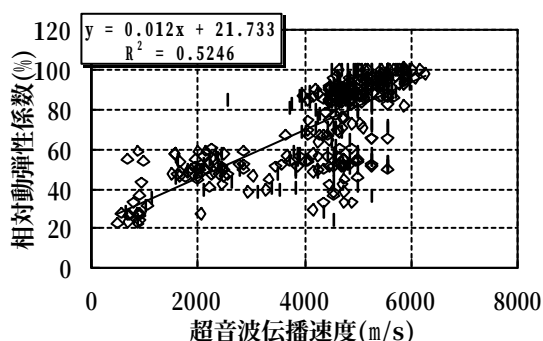


図-7 相対動弾性係数と超音波伝播速度の関係
(表面法)