

コールドジョイント部の耐凍害性について

北海道旅客鉄道（株）
 北海道大学大学院工学研究科
 北海道大学大学院工学研究科
 （財）北海道コンクリート技術センター

○正 員 城戸 友仁
 フェロー 佐伯 昇
 正 員 志村 和紀
 正 員 今井 益隆

1. 研究目的

一昨年夏以降、全国の鉄道トンネルでコンクリートの剥落事故が相次いだ。その原因の一つとしてコールドジョイントの存在が注目された。既往のコールドジョイントに関する研究では、性能評価として強度特性に関する検討が多くなされているが、耐久性能に関する検討が少ない。本研究は、コールドジョイントの耐久性能のうち耐凍害性の評価を行い、積雪寒冷地における土木構造物の維持補修技術の向上に寄与することを目的とする。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

コールドジョイントは、築30年程度のコンクリート構造物で多く確認されていることから本実験で使用した材料および配合は、約30年前に施工されたトンネル覆工コンクリートを再現した。詳細を以下に示す。

表 - 1 使用材料および配合（1 m³当たり）

セメント	普通ポルトランドセメント		
骨材	細骨材：川砂 粗骨材：川砂利		
混和剤	AE減水剤：リグニンスルホン酸塩 ポリオール複合体		
骨材最大寸法(mm)	25	細骨材量(kg)	690
水セメント比(%)	46.7	粗骨材量(kg)	1,156
単位セメント量(kg)	353	スランプ(cm)	13±1
単位水量(kg)	165	空気量(%)	5±1
細骨材率(%)	38	混和剤(cc)	C×0.0025
圧縮強度	$f_c=55.1\text{N/mm}^2$		

2.2 コールドジョイント再現供試体

供試体は、図 - 1 に示すように縦打ちとし、鋼製型枠を使用した。コンクリートは、強制練りミキサーにより必要量全てを1バッチで練り混ぜた。1層目としてコンクリートを高さ200mmまで打設し、その後残りを打設する際に作業を中断することでコールドジョイントを再現した。2層目の打設にあたっては、現場での状況を再現するため1層目コンクリートの表面処理を行わなかった。コンクリートの打設時間間隔は、最大4時間として30分から1時間間隔で設定した。

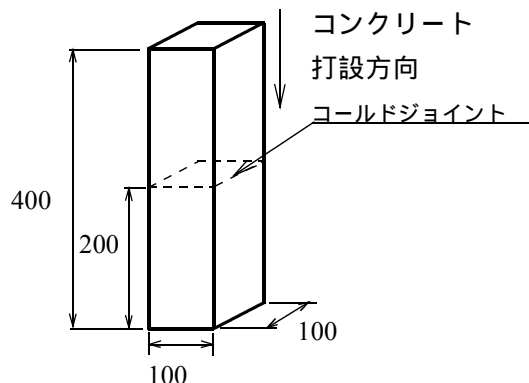


図 - 1 供試体の形状・寸法

2.3 凍結融解試験

凍結融解試験は、「コンクリートの凍結融解試験方法」(JSCE-G 501)に準拠し、水中凍結・水中融解方式とし、外観、質量、相対動弾性係数および超音波伝播速度を記録した。なお、超音波伝播速度測定にあたっては、図 - 2 のように発・受振子を配置し、対称法および表面法により測定を行った。

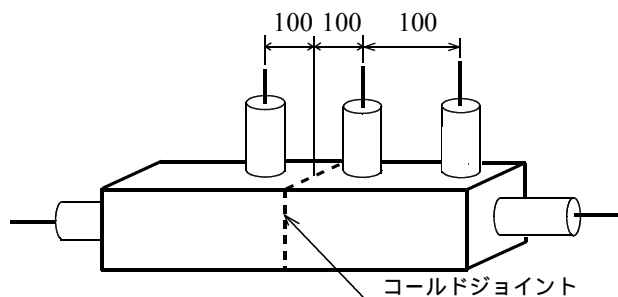


図 - 2 超音波発受振子配置方法

3. 実験結果及び考察

3.1 相対動弾性係数の推移

凍結融解の繰り返に伴う相対動弾性係数の推移を図 - 3 および図 - 4 に示す。相対動弾性係数は、コールドジョイントがあるものでは、2層目打設までの間隔が長かったものほど少ないサイクルで低下し、いずれも100サイクル程度までに60%まで低下した。

外観でも100サイクル前後経過した時点でコールドジョイント付近の表面剥離が急速に進行し、コールド

Keyword：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：〒060-8644 札幌市中央区北11条西15丁目 JR北海道工務部工事課 Tel.011-700-5794 FAX011-700-5795

ドジョイント自体またはこの上下数c m以内でクラックが発生し破断する例が多かった。また、打設時間間隔が3時間以内のものでは、破断に至らずそりが生じ、相対動弾性係数の測定ができなくなるものもあった。

供試体作製は、試験機の都合上2回に分けて行ったため、打設時の温度条件が異なってしまった。図-3で示す供試体群では、打設時室内温度は27であったのに対し、図-4の供試体群では23であった。このため、前者の方が打継時間間隔が同じ3.5時間であっても相対動弾性係数が早期に低下している。また、前者では打設時間間隔10分程度のもので相対動弾性係数が150サイクル程度で60%以下に低下した。コンクリート打設が酷暑期であったものについては1層目コンクリートの凝結および表面の乾燥が影響しているものと考えられる。

また、図-4に示す供試体群は、コンクリートが所定の空気量を下回っていたことに起因すると思われるが、凍害の影響が顕著であり、コールドジョイントを設けなかったものであっても耐凍害性を損ねていた。

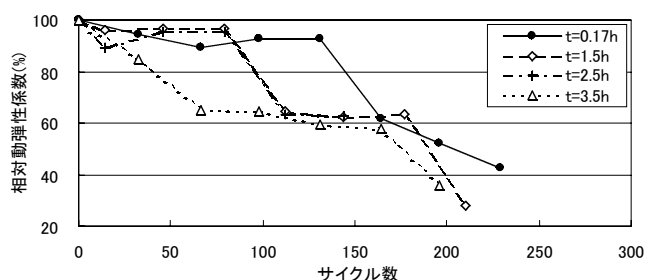


図-3 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係
(打設時気温 27℃、空気量 5%)

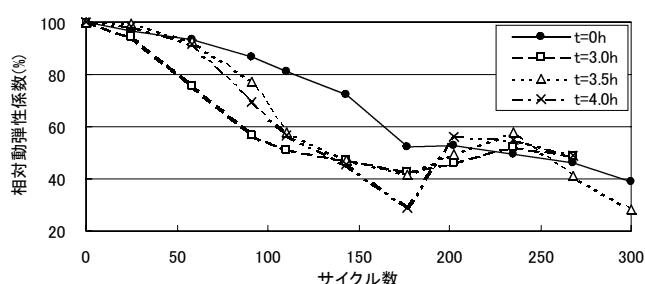


図-4 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係
(打設時気温 23℃、空気量 3%)

3.2 超音波伝播速度の推移

凍結融解試験開始前の超音波伝播速度は、コールドジョイントの有無に関わらずほぼ一定の値が得られた。これにより、凍害を受ける前のコールドジョイント部は、一体性が保たれているといえる。しかし、コールドジョイントを含むものは、凍結融解の進行とともに超音波伝播速度が低下してゆき、対称法(図-2, A-B間)による測定で3000m/s以下となった時点で

コールドジョイント付近より破断に至るものが多かった。表面法(図-2, C-D, D-E間)による超音波伝播速度の測定でも、凍結融解試験前ではコールドジョイントの有無を判別できるような明確な差が得られなかったが、150サイクルを越えるとコールドジョイント部の伝播速度は大きく低下した。この速度の低下傾向は、供試体表面の状態に依存するものの相対動弾性係数や対称法による超音波速度に近い。実構造物においては相対動弾性係数の測定は、試料の採取が困難なためほぼ不可能であるが、超音波伝播速度の測定によってもほぼ同様の結果が得られることからコールドジョイント部の診断が可能と思われる。

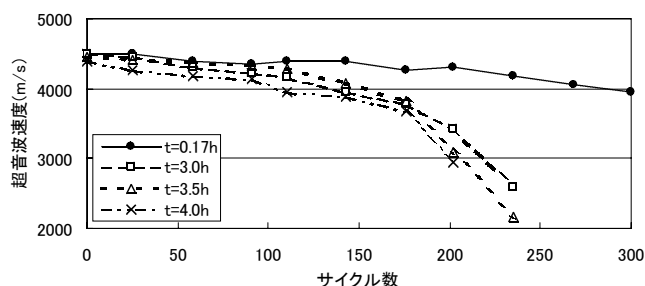


図-5 超音波伝播速度の推移(対称法)

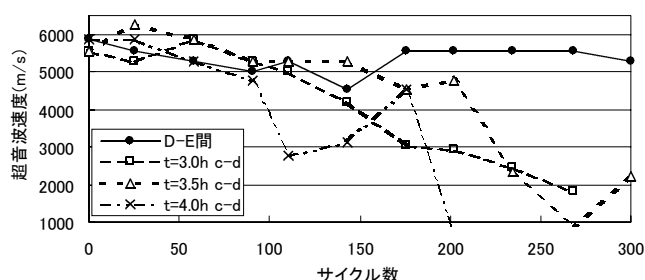


図-6 超音波伝播速度の推移(表面法)

4. 結論

(1) コールドジョイント部の特性は、打設時の温度に影響される。特に暑中コンクリートの条件ではコールドジョイントの形成が起こりやすく、コールドジョイント部の耐凍害性は維持できない傾向にある。

(2) A E 剤がまだ使用される以前の構造物あるいは空気量が少ない構造物におけるコールドジョイント部は、早い段階から凍害が進行する。

(3) コールドジョイント部は、施工直後は一体性を保っているが、凍結融解の影響を受けるとこの付近の劣化は顕著であり、凍結融解の影響の評価は超音波伝播速度測定により可能であると思われるが、さらに実験が必要であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 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)
- 2) 日本鉄道建設公団, 石勝線建設工事誌(1982)