

帝都高速度交通営団

正会員○守屋 一光

前田建設工業㈱技術研究所

〃 山田 一字

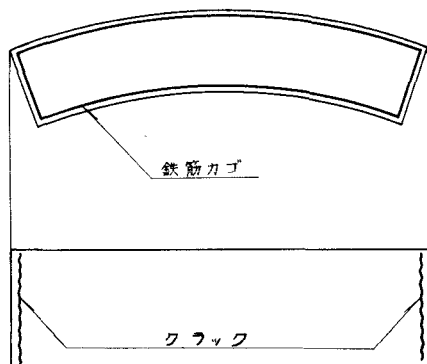
フジミ工研㈱技術部

〃 青山 菊男

1. まえがき

コンクリートセグメントを製造している工場では、型枠の回転率と生産性を高めるために蒸気養生によってコンクリートの促進養生を行なっていることが多いが、蒸気養生で製造したセグメントの表面に、図-1に示すようなクラックの発生していることがしばしば見受けられた。一方、蒸気養生しない場合には、この種のクラックはほとんど発生していない。なお、これらのクラックは、いずれも蒸気養生終了時点ですでに発生しており、現在ペースト等によって補修されている。しかし、補修箇所の色が他の部分と異なったり、セグメントをストックヤードで養生している間にクラックが再び開いたりすることがあるので、セグメントの製品としての価値を低下させたり、クラック幅が大きい場合には耐久性上問題となる。

(図-1)クラックの発生状況



そこで、この種のクラックの発生を防止するために、一連の調査、実験を行なってクラックの発生原因を追求し、それに対する対策を検討したので、その結果について報告する。

2. クラックの発生状況

クラックの発生したセグメントに対して、クラックの発生状況を観察してみると、どのセグメントにも共通する次のような特徴が認められた。

- ① 図-1に示すように、クラックはすべてセグメントの端から6～10 cmの位置に1本もしくは2本発生していた。
- ② この発生位置は鉄筋カゴ端部の配力筋の真上に当り、クラックは配力筋にそって発生していた。
- ③ クラックの深さは、配力筋までしか達していなかった。
- ④ レンズ状の短いクラックが、1本につながったような形状をしていた。

3. クラックの発生原因の調査

前述のような特徴をもったクラックの発生原因として考えられる因子について、クラックと直接関係があるかどうか把握するために、次のような手順で実験を行ない調査した。

3-1 クラックの発生に関係すると考えられる因子と実験項目

- ① 型枠形状の影響；この種のクラックはプレハブ部材のような平板製品には発生していないことから、セグメントの曲率が関係すると考えられるので、平板型枠(1200×600×350)と端板を鉛直にした型枠(写真-1)を使用してクラック発生の有無を調べた。
- ② 鉄筋の影響；クラックの発生個所が配力筋の真上に位置していることから、(a)鉄筋カゴ上部の配力筋の位置、(b)鉄筋カゴの大きさをそれぞれ変えて、クラックの発生状況を観察した。
- ③ 蒸気養生方法の影響；蒸気養生しないセグメントにはクラックが発生していないことから、蒸気養生方法、特に前養生時間と徐冷方法の影響を調べるため、(a)前養生時間を2時間(図-2)から3時間・4時間に延長する、(b)蒸気養生終了後、養生室の蒸気を止め、翌日まで自然放直し徐冷する。以上3通りの方法で養生し、クラックの発生状況を観察した。

3-2 実験方法

実験は、中子型の鉄道断面用セグメントを用いて行なった。使用したコンクリートの配合は、 $G_{max} = 20\%$ 、スランプ 2 cm 、 $W/C = 36\%$ であった。コンクリートは練り上り後、直ちにテーブルバイブレーターとフレキシブルバイブレーターを併用しながら打設し、蒸気養生終了後クラックの発生状況を観察した。

4. 実験結果

3-1で述べた各因子とクラック発生関係を調べた結果、表-1が得られた。クラックの発生しなかったのは、平板型枠と前養生を4時間行なったものだけであり、その他の条件に対しては、いずれもクラックが発生した。なお、鉄筋については、鉄筋カゴの大きさと配力筋の位置を変更すると、それに伴ってクラックの発生位置も変化し、クラックの発生状況が異なった。ただしこの場合も、クラックは端部の配力筋の真上に発生していた。

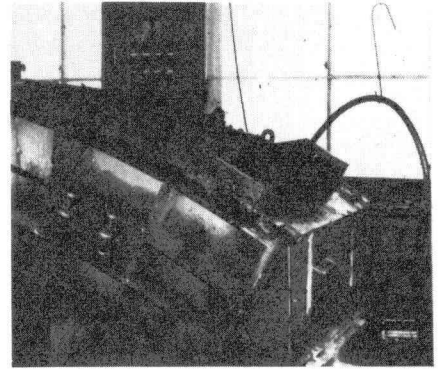
5. 考察

実験結果から判断すると、クラックの発生原因として以下のような現象が考えられた。

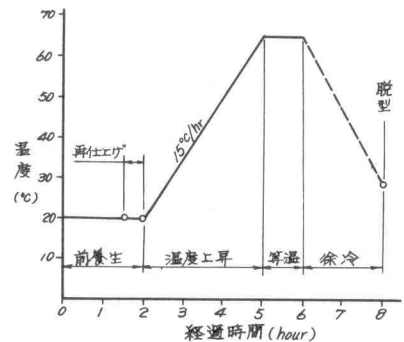
- ① セグメントの型枠がある曲率で曲っているため、コテ仕上げ後円周方向にそってコンクリートが流動し、この流動が鉄筋によって拘束される。
- ② 鉄筋カゴの外側のコンクリートと鉄筋カゴ上部のコンクリートの沈下量が異なるため、鉄筋カゴを境としてコンクリートの不均一な沈下が生じる。
- ③ 蒸気養生を開始することによって、セグメント表面のコンクリートの水和が加速され他の部分より早く流動性を失なう。

したがって、このクラックは上記の原因で発生したプラスチックなクラックであると思われた。それゆえ、前養生を長くし上記①②の現象がほぼ終了した時点で再仕上げを行ない蒸気養生を開始すれば、このクラックの発生は防止できる。しかし、前養生を長くするとサイクルタイムが長くなるため工程上大きな問題となる。そこで、図-3に示すような作業方法を採用してみた。その結果、サイクルタイムを長くすることなく、クラックの発生を完全に防止することができた。

(写真-1) 端板を鉛直にした型枠



(図-2) 蒸気養生方法



(表-1) 実験結果

因 子	実 験 項 目		結 果
型枠形状	平板型枠を使用		×
	端板を鉛直にした型枠を使用		●
鉄 筋	鉄筋カゴ上部の配力筋を1本外へ増す		●
	鉄筋カゴ上部の配力筋を1本減す		●
	鉄筋カゴを小さくする。		○
蒸気養生	前養生時間	2時間	○
		3時間	○
		4時間	×
	自然放置による徐冷		○

ただし、○クラック発生

● " " したが位置、形状が変化した。

×クラック発生しなかった。

(図-3) 蒸気養生方法

