

新旧コンクリートの打継目付近におけるびびり発生防止に関する実験

国鉄仙台新幹線工事局 正会員 西田正之

同 ○鳥居興彦

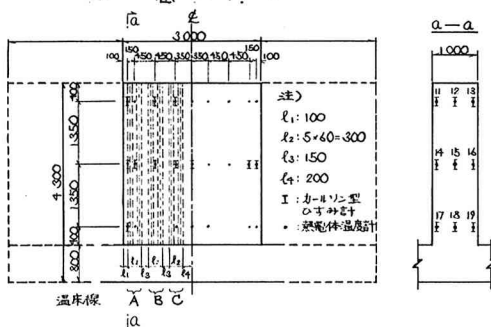
東北大学工学部土木科 同 菊地一成

1. はじめに 東北新幹線オ2阿武隈川橋梁民ガオ3阿武隈川橋梁江郡山駅う南方5kmの地点に架設されるデビダグ式PC桁でスパン105mとコンクリートの鉄道橋としては世界に例のない長大スパンを有するものである。橋梁はデビダグ工法のた約200のコンクリートブロックを有しておりその打継目にはいるクラックを極力防止したい意向から種々の試みが行なわれている。特に構造物がマスコンクリートとなつたあ硬化熱が一般の場合よりも大きく新旧ブロックつ間に大きな温度差が生ずることが考えられ、その緩和のために湿度線の使用を行つた。今回はその基礎実験について報告するものとする。

2. クラックの原因. コンクリートの打継目にはいふクラックの原因として決つことが考えられる。① 新エンクリートは水和や乾燥によって収縮するがその時旧エンクリートに拘束されておちた分縮みより膨らみが生ずるクラックとなるもの。② 打継目における温度応力で新エンクリートが硬化熱によりピーク温度に達して収縮する時に旧エンクリートに拘束されて膨らみが生ずるクラックとなるもの。

3. クラック防止対策 打継目付近の旧ブロック中に温床線と埋設しておき、新ブロックを打設し、後より上昇する温度にあわせて温床線に通電し旧ブロックも温めて打継目における温度勾配を緩和しようとした。温床線としてはコンクリート養生に使うヒーターマット（電気毛布のようなもの）の中に埋設されているビニール被覆された電熱線を用いた。

圖 一 一



春一

序 号	通電量 (w/m ²)		
	A	B	C
I	1000		
II		1000	
III			1000
IV	500	500	
V	1000	1000	
VI	1500		
VII	500		
VIII	1000	500	
IX	1000		500
X	1000	1000	1000

4 ウェブの模型による
実験 温床線と旧
ブロックに埋設するにあ
ってその最適埋設量と最適
埋設位置を知る必要があ
った。そこで図-1に示すよ
うに、ウェブの一部を切り
取って模型を作つて実際に

温床線を埋設し通電して実験した。模型は厚さを本物のウエジとは同じの 1 m とし高さは 2.5 m （実物 $4.5 \sim 8.5\text{ m}$ ）長さ 3 m とし、その両側に打ち込まずコンクリートの長さ 2.5 m とした。温床線は図に示すようにA, B, Cの3つの位置に分けて埋設し、各位置の温床線は線路横断方向 1 m^2 당り500ワット、1000ワット、1500ワットの3段階に分けて通電できるように配線した。

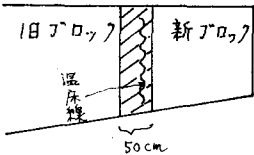
5. 実験の方法及条件 (実験方法) 実験の

7つの段階に分けて通電できるように配線した。5. 実験の方法及び条件 (実験方法) 実験の方法は表-1に示す10ケースについてその埋設位置及び埋設量(通電量)を変え、各部の歪み及び温度を測定し最も効果的にその端部歪みを出せるケースを見付け出し、しかる後奥構造物と同様に新コンクリートを打ち立て新旧コンクリートの歪み差や温度差を測定し湿床線が有効に付いているかどうかを確認するものとした。又その時新コンクリートを湿床線のない側にも打設してその歪み及び温度を測定し、湿床線のある場合と比較するものとした。なお試験体には図-1に示すようにサーロン歪計及び銅コンスタンタン熱電対が埋め込まれてい

る。(条件) 最適埋設量及び位置を判断する基準として次の条件を考へた。①新コンクリートが硬化熱によりピーク温度を示すが24時間前後であるため24時間前後に必要な歪み量を出すこと。②温床線のビニールが約105℃で溶けて漏電するため最高温度が105℃を越えないこと。但しコンクリートに埋め込まれている熱電対では温床線自身の温度よりも低いことが予想されるため上限を80℃とした。③温床線の通電による歪み量が200～250マイクロであること。④上記の枠内で最も経済的なものである事。但し主として金は設備費にかかるためその点での経済性とした。

6. 温床線の必要埋設量の推定.

温床線の埋設にあつて最初におおよその見当をつける必要がある。従つて下記のような仮定を行つて概略の算定をした。まず、旧ブロックに必要な歪みを出すには温床線により下図の斜線とほぼ同じ50cmの部分はその30℃以上に温めなければならぬ。



これを1℃温めらうに必要な熱量を H_{joul} とする。又熱路方向へ給熱、放熱については各点の温度分測定より得た $0.25^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ の温度勾配を使用し、横断方向へ放熱は流速5mとして $25.7 \text{ joul}/\text{m}^2\text{-sec}$ と仮定した。(野尻陽一氏「コンクリート打設後の温度計算方法について」参考として。) として、

$$H_{\text{joul}} \times 30^{\circ}\text{C} + \sum K \cdot m \cdot \text{sec} = W_{\text{bat}} \cdot m \cdot \text{sec} \quad (\text{但し } K: \text{給, 放熱量}, m: \text{時間(15時間と)} \text{する。})$$

W : 必要ワット数) より計算して $W = 94 / \text{ワット}/\text{m}^2$ となる。従つて1m当り約1,000ワット必要であると概略の推定を行つた。

7. 10ケース通電の結果.

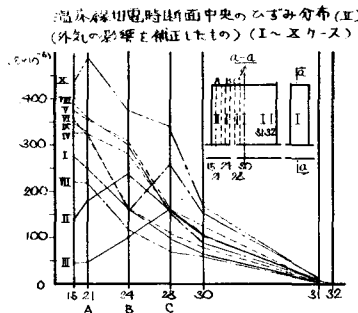
10ケース通電した結果は図-2に示すとおりである。これにより決つることが言える。

① m当りのワット数が多い程歪みは大きい。

② 温床線の埋設位置としてはm当り同じワット数の場合、A, B, Cの3つ位置では打設面に近いAの位置が最も効果的である。③ m当り1000ワット又は1,500ワットの場合、Aの位置とBの位置に分散して埋設した方が②の場合よりも更に効果的である。④ 5. の条件によつて考え3とケースIVのA 500ワット, B 500ワットが最適と考へられる。

8. 新コンクリート打たし結果 7で最適位置及び量を見つれたし(ケースIV)更に實際にあわせて新コンクリートを打たし新旧コンクリートの温度分布及び歪み分布を測定した。結果は図-3に示すとおりである。これらについて決つことが言えると思ふ。①打設後24時間の打継目付近の温度及び歪みは7. の場合と大体同じであるが、新コンクリートを打たした場合はその硬化熱のため少し温度も歪みも高い。②硬化熱によるコンクリートの温度がピークを示す24時間前後は歪みのピークでもある。③拘束なしの右端④の歪みと打継面によつて拘束される③の歪みとを比較した場合、③の方が倍以上く歪む。又温床線の有る面と接する①の部分の歪みは④に近い。④ ①と③を比較した場合、①が温床線によつて伸び歪みするから①の伸びは③の伸びも③より大きい。⑤ 温床線のない①, ③の打継面とそれと水う面における相対歪みを比較した場合、24時間をピークとし水以

図-2



温度分布

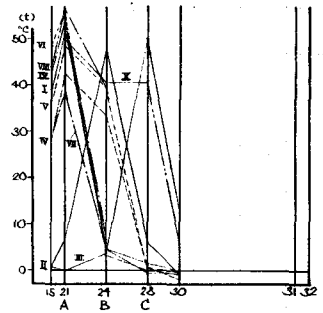
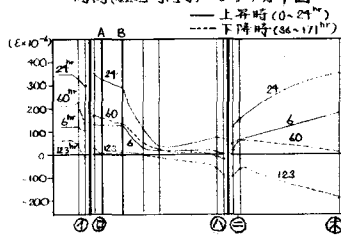
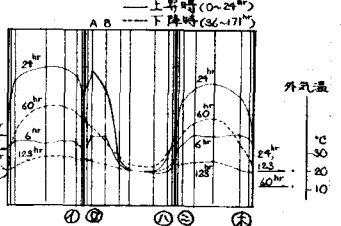


図-3

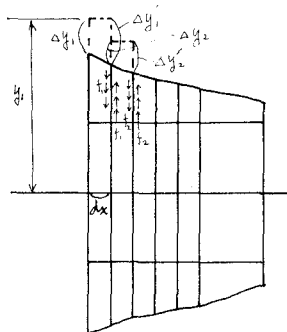


温度分布図



降の縮みでは①、②の間では旧コンクリートの方が20マイクロ多く縮み、①、③の間では新コンクリートの方が50マイクロ多く縮んでいる。又新コンクリートのクラックを調べた結果温床線のある側では0.05mm以下ヘアークラックを若冠みとわくに過ぎなかったが温床線のない側では0.08mm～0.1mmのクラックがはいった。

9. 温床線による各部り歪みの算式 7において温度と歪みの関係を一般式化できれば便利である。そこで以下のような式を作ってみた。まず左図のように模型を短冊形に分割する。隣接する短冊間に付く力を



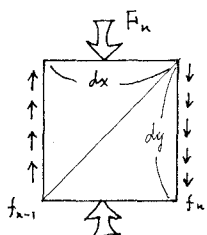
f_n 、 f_{n-1} がなかつた場合の自由な伸ばを、短冊が n によつて左端で Δy_n 、右端で Δy_{n-1} 縮んだとする。として短冊形の部分を更に微小部分に分割すると、 f_n による右端の歪み $ef_n dy$ (e は係数) f_{n-1} による左端の歪み $-ef_{n-1} dy$, F_n による歪み $\frac{f_n - f_{n-1}}{E dx} \cdot y \cdot dy$ (y は短冊の長さ)

$$\Delta y_n = \int_0^{dx} \left\{ \frac{(f_n - f_{n-1})}{E dx} y \cdot dy - ef_{n-1} dy \right\}$$

$$\Delta y_n' = \int_0^{dx} \left\{ \frac{f_n - f_{n-1}}{E dx} y + ef_n \right\} dy \quad \text{これに隣接する短冊は連続するという条件をいれよと、} y_n - \Delta y_n' = y_{n+1} - \Delta y_{n+1}' \quad \text{として} E = E_n \text{ と置き換へ実測値より最も適合する} E \text{ を見つけると} E = 0.1 \text{ となった。}$$

実歪みと計算値とを因一々に示す。

図-4

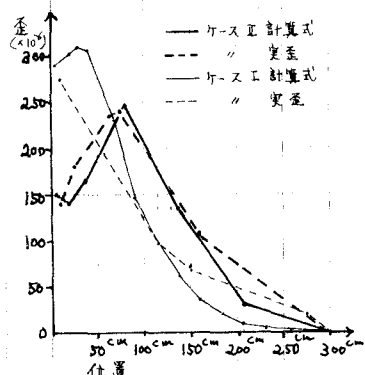


$$\{F_n + (f_n - f_{n-1})\}$$

10. 実橋への適用 7, 8. で温床線の最適埋設量及び位置が確認できたので実橋に適用してみた。假し8. であつたように新コンクリートを打設してから温床線と温

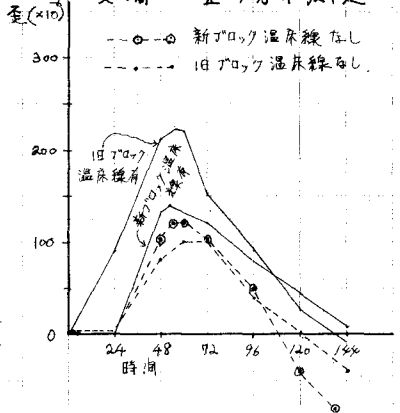
あると旧ブロックの伸びによって新ブロックの伸びも助長され、それにより縮む時も多く縮むに配があるので、あらかじめ通電して旧ブロックを伸ばしておき、新ブロック打設以降はなるべく伸びないようにした。又実橋では2>あるウェッジのうち1つの方のみ温床線を入れ、他は入れずにその差も見正。

結果を図-5に示す。図からわかるように温床線を入れた継目では旧ブロックの方がよく歪んでいるが、入れない部分では打設後4～5日で重量40マイクロ相き分の引張力が新コンクリートに付いている。又実橋においては乾燥収縮による縮みとでも3だけ防止したいためコンクリート表面に被膜養生としてサランラテックスを1/m²当り200cc見当で吹きつけている。



結果を図-5に示す。図からわかるように温床線を入れた継目では旧ブロックの方がよく歪んでいるが、入れない部分では打設後4～5日で重量40マイクロ相き分の引張力が新コンクリートに付いている。又実橋においては乾燥収縮による縮みとでも3だけ防止したいためコンクリート表面に被膜養生としてサランラテックスを1/m²当り200cc見当で吹きつけている。

図-5 実橋での歪み分布測定



11. あとがき

1連の基礎実験を通じて最適な温床線の埋設量及び位置を見つけたし、それに基づいてウェッジ模型によるコンクリート打設も実験や実橋への適用及びその歪み分布の測定を行なった。結果は8月10. で述べたように温床線により、新コンクリートが大きな引張力を受けるとを防ぐことができる。しかしその引張歪みがかれ伝へる力にもつているが等を見つけておきなおるには老材のコンクリートの引張強度やヤング係数、レラクベーション等を知ることが必要である。現在別の試験によりその基礎実験を行なっているが、結果ができれば次第その値を適用して打継目における応力の解析を行いたいと思っている。