

蒸気によるコンクリートの内部加熱

エス・ア・ポフチェンコ技師著

Construction Industry

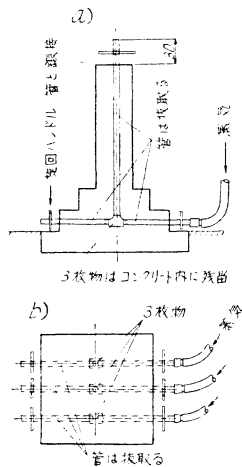
Sept. 1955

本抄録はソ連雑誌より要訳したものである。

コンクリート造構造物の躯体内にパイプを置き、それに蒸気を通し、そのコンデンサート（凝縮）により加熱する方法は、後記の表に示すごとく、電気加熱よりもはるかに（半分以下）安価であるとの結果を得ている。もつともいかなる電気加熱法によつたかは示されていないが、およそ電気加熱法はその電力支給操作によつて工事に幾多の煩雑さを加えるので、本法のような加熱法が技術的にも経済的にも良好であると述べている。

図一 基礎加熱法

- a) 垂直断面図
- b) 平面図



本法を適用した構造物は5階建冷蔵庫建物の基礎コンクリート部であつて、図一に示すような基礎部に対して適用した。ちなみにその表面率 M_s は 4~9 である。

図に示すように、コンクリート内に、基礎の大きさにより異なるが、2 または 3 本のガス管を水平及び垂直にそれぞれ置き、その接合は 5~6 回の回転によつて取付けられている。管端は外部に出ている。この設置管に蒸気を通されるのであるが、その蒸気は幹線蒸気管から蛇管を経て送り込まれる。

この送り込まれた蒸気は管の周囲に過乾燥のコンクリート膜を造る。そこでこの乾燥過ぎを防ぎ、適度の湿りを保ち、また管の経済上からも管をコンクリートから引抜く。

のち管を 3 枚物から抜き取る。

管を抜き取つたあとのコンクリート内の孔に、短い接合管を挿入する。その接合管は長さ約 30 cm で、型ワクの外に出ている。それに幹線蒸気管に結合されている蛇管をつなぎ、このコンクリート内の孔に蒸気を通す。

孔に蒸気を通してから 20~30 分して、温度 60~90°C の凝縮温湯の噴出が始まる。蒸気が中絶することなく送込まれるため、孔内の湯はその温度を保ち、これによつてコンクリートは均等に加熱される。コンクリートが所要の強さに達すると蒸気を止める。蛇管をはずし、コンクリート体内に残つている水を注出する。蒸気の量や圧力、従つてその加熱状態はうけ口のところに付いている弁で調節することができる。

コンデンサートによつて構造物を加熱している過程中に、加熱を行つている孔のコンクリート壁に少しアルカリ化がおこる。しかし、実状の示すところでは、このアルカリ化は孔の壁表面から深さ 2~4 mm 以内の部分であつて、それで孔の加熱が終了する前に直径は 40 mm になつている。もつとも抜出管外径は 33.5 mm である。管を抜出したあとの柱上端部には約 50 mm 直径のロート孔が作成される。

加熱終了後コンクリート内に残つている孔は、モルタルポンプの圧力でもつて、プラスチックな混和物で充填する。

冷蔵庫建物基礎について電気加熱との比較を行つたが、そのデータを表一に示す。

表一

要 目	コンデンサートによる基礎加熱		基礎の電気加熱	
	表面率 $M_s=4$ の場合	表面率 $M_s=9$ の場合	表面率 $M_s=4$ の場合	表面率 $M_s=9$ の場合
加熱時間 (hr)	164	72	47	46
蒸気消費量 (kg/m ³)	435	475	—	—
電力消費量 (kWh/m ³)	—	—	118.04	201.30
蒸気価格 (円/m ³)	217.4	237.4	—	—
電力価格 (円/m ³)	—	—	495.6	845.4
鋼使用量 (kg/m ³)	3.05		10.00	

備考 1. 毛細管型ワクで加熱する場合その毛細管建造のための鋼使用量は、表面率 $M_s=4$ なる基礎に対しては 16.8 kg/m³、 $M_s=9$ なる基礎に対しては 30.05 kg/m³ である。

2. 計算上蒸気 1 kg の価は 0.5 円、電力 1 kWh の価は 4.2 円とした。

上表の計算基準によればコンデンサートによるコンクリート加熱は電気加熱よりもはるかに安価である。

このコンデンサートによるコンクリート加熱は 1951~1954 年間工場建設や住宅建物に対して行い、材料その他でいちじるしい節約を得た。よつて本法は無筋及び鉄筋コンクリート構造物の建造に適用して合理的であると認められる。

(東北大学 原田 千三)

限界現象としてのレールの波状磨耗

“L'usure ondulatoire des rails-phénomène à seuil”

par Monnet et Palmé

R.G.C.F.-Avril 1955. p.214 à p.222

要約 従来レールの波状磨耗の原因として、継目通過の際のレールと車輪の週期的振動のような機械的要因があげられているが、著者はこれだけでは、熱処理レールに波状磨耗が多いこと、また普通レールにあつても、あるものには波状磨耗が発生し、あるものには発生しない事実の説明が困難であるとし、機械的要因のほか、冶金的要因を導入し、限界現象すなわち一種の相変化として、レールの波状磨耗を説明し、これを研究と実験とによつて確かめようとしている。すなわち摩擦現象において力がある一定値以上になると切りが起つたり、一定の電位差以上になると火花放電が起るのと同じように、レールと車輪の接触温度が、レール鋼の $A_{c_1}-A_{c_2}$ 変態点温度（接触部位の圧力のため、大気圧の下におけるものよりいちじるしく低下する）に達するか、これを上廻つた場合に、レールの波状磨耗が発生するとし、これによつて熱処理レールに波状磨耗の多い理由、普通レールでも条件のいかんによつては波状磨耗が発生するわけを冶金学的に説明しようとしている。従つて従来波状磨耗に対しては、単に研磨のような治療手段しかなかつたのであるが、著者の理論にもとづけば、週期現象としての機械的要因に対しては、振動の速かな減衰をはかるため、ダブル・エラストック・ファスニングを採用する一方、他方上述の冶金的要因に対しては、予防措置としてなるべく焼入れを受けにくいレール鋼の採用、すなわち炭素のような焼入れ元素の少ない、また反射に変態点を高めやすい元素に富むレール鋼に研究を指向すべきだとしている。

なお議論されているレールの化学成分は、

C=0.40~0.50%

Mn=0.80~1.20%

Si=約 0.10%

P=0.05~0.08%

S=0.02~0.05%

で、熱処理レールとは、圧延の終りの温度を利用して、レール頭部を水中に入れて、表面部分の焼入れを実施し、この際レール断面の他の部分における蓄積された熱によつて、自動的に焼戻しが生ずるものを指している。

現場における所見 短い波長の波状磨耗をうけたレ

ールの表面は、縦断的に見て光つて見える凸部とくすんで見える凹部の連続から成り、平均波長は 30~45 mm、振幅は一般に小さく、例外的には 4/10 mm のものもある。凸部と凹部との硬度はいちじるしく差異があり、新品普通レールの抗張強度 75 kg/mm² 程度に対し、凹部は約 85 kg/mm²、凸部は約 120 kg/mm² で 200 kg/mm² に達するものがある。熱処理レールは普通レールに比し、化学成分はほとんど同一で、炭素含有量がわずかに減少するにすぎない。表面強度は 90 kg/mm² 程度で、通常 5~15 mm の深さにわたつて焼入れ及び焼戻し組織の集合を示し、表面から深くなるほどフェライトの量を増し、15~20 mm を超えるとき普通レールの組織となる。

研究室の試験

(1) **限界の証明** 波状磨耗を起しているレールのフリ試薬による腐食は走行面では、凸部の光っている部分のまわりに暈部があり、垂直縦方向の断面では、凸部の光っている部分の直下に大きな暈部があり、局部的に温度がいちじるしく上昇することを示す。また垂直縦方向断面の腐食試験は凸部直下に自己焼入れの薄層の存在を示すが、凹部の直下にはない。また顕微鏡組織は凸部に自己焼入れの表層が 1/10 mm 程度の厚さをもち、結局波状磨耗の凸部が非常にうすいマルテンサイトの薄膜を有して、大気及び腐食に抵抗していることがわかる。以上のことは凸部の固い表層が自己焼入れによつて生じていることを示す。すなわち車輪通過時に生ずる加熱によつてオーステナイト変態が起るが、その時間がきわめて短いために (1/1000 秒程度) フェライトの痕跡が残り、ついでレールの冷たいマスによつてオーステナイトが急冷してマルテンサイトを生ずるものと思われる。

(2) **レールと車輪の接触温度** 普通レール鋼の A_{c_2} 変態点温度をシュヴナル膨脹計で測定すると、大気圧下で 750°~825°C であるが、接触部位には大きな圧力が作用し (ヘルツ公式で計算すると、軸重 20 t に対し接触部位の平均圧力は 70 kg/mm²、中央最大圧力は 100 kg/mm²、例外的に 200 kg/mm²)、変態点温度が低下する。可逆平衡系におけるクラペイロンの法則を純鉄について適用してみると、70 kg/mm² の圧力に対し約 34°C、200 kg/mm² の圧力に対し 98°C 低下する計算結果となる。しかしクラペイロンの法則は流体力学的圧力状態のものであつて、レールと車輪との接触は 1 次元圧縮であるから、現場及び研究室で実験の必要があるが、研究室での結果はまだ成功の域に達せず、また現場での実験は温度上昇が少なくとも 550°C 以上になることがわかつたほか、目下光電池を機関車

車輪の背後に取付けて実施中であるが、いままでに得られた結果を総合するに、レールと車輪の接触温度は非常に高く、鋼表面の焼入れを生ずる (Ac_3 変態点温度が相対的に低下して) ために十分な値に達しうることを確認した。

(3) 普通レール及び熱処理レールの態容の相違の

説明 熱処理レールは普通レールとその化学成分がほとんど同一で、また研究室における数多くの実験から摩擦係数、熱伝導度等が等しいことから、レールと車輪の接触時に得られる温度もおそらく同一と考えられる。ただ異なるのは接触圧力と顕微鏡組織である。実験結果によると、熱処理レールは普通レールに比し、接触部位の面積が小さく、従つて圧力が大きい。さらに冶金学的には鋼の組織が微細、均一で自由フェライトの含有が少ないほど、炭素の固溶、すなわちオーステナイト化が容易になされる。これは熱処理レールの場合にはかならない。そこでヴィトリ研究室でブレイキ・シューの実験機械のシューの代りに普通レールと熱処理レールの頭部片を取付けて実験を行ったが、普通レールの自己焼入れ部分においては、フェライトが摩擦による加熱の過程において固溶体の生成に十分あらずかつおらず、かつ冷却後もフェライトがところどころに残留しているのに対し、熱処理レールでは自己焼入れ部分の組織は均一であつた。一方高周波誘導電流による自己焼入れの実験では、焼入れ層の厚さは両者とも同一であつたが、組織上は上記実験と同じ結果を示した。すなわちフェライト組織(普通レール)においては部分的固溶のみを受け冷却後もフェライト組織が見られるのに対し、ソルバイト組織(熱処理レール)にあつては外側部位のソルバイトは全部オーステナイトに変態し、冷却後マルテンサイトとなる。以上のことから熱処理レールは普通レールより自己焼入れを受けやすく、従つて波状磨耗を起しやすい。

(4) 普通レールのうちのあるものの態容の相違の

説明 研究室で行つた多数の試験のうちの一例を引用すると、第一例は強い波状磨耗を受けているので、第二例は厳密に波状磨耗を受けていないものであるが、両者は同一工場、同一工程によつて製造されたものであり、同時にかつ同一線区で敷設されたものである。化学分析を行つた結果、

第一例 $C=0.51\%$, $Mn=0.97\%$, $Si=0.27\%$

第二例 $C=0.36\%$, $Mn=0.77\%$, $Si=0.37\%$

であり、シュヴナル膨脹計で変態点温度を測定すると、 Ac_3 について、

第一例 $750^{\circ}C$

第二例 $800^{\circ}C$

である。この $50^{\circ}C$ の差は、化学成分の相違に由来するものであるが、自己焼入れを受けやすいか、受けにくいかの相違を説明するのに十分である。すなわち第一例はレールと車輪の接触温度が Ac_3 変態点温度に達するか、もしくは上廻るのに対し、第二例はそれが実現できなかったことを示す。

(国鉄大阪鉄道管理局 立花 文勝)

洪水保険

"Flood Insurance"

by H. Alden Foster

Proc. ASCE., Vol.80, No.483, Aug. 1954

この論文は洪水保険の種々の問題についてのべている。このうち洪水保険の最も基本的な問題であり河川計画にも関係の深い年平均被害額の算出について抄録した。

合衆国の洪水被害の資料のおもなものは、1902年より U.S. Weather Bureau により集められたものがある。これによると合衆国内の年最大被害額は 1937年の \$440,740,000 で、1902年から 1924年(6月末年度)までの年平均被害額は \$31,264,000 で、1924年から 1949年(暦年)までは \$110,161,000 と増加している。資料の統計は必ずしも正確ではなくそのまま比較できないが、近年洪水被害が増加する傾向がみられる。これは大洪水の起る確率が一般的に増加していることにもよるが、主としてより多くの資産が洪水の被害にさらされるようになったからである。洪水保険で問題となる個々の資産に対する年平均被害については、Corps of Engineers で主要河川の洪水調節計画の経済的判断を行うため種々の研究を行つている。以下の年平均被害の算定は Corps of Engineers で研究された方法によつている。

すなわち年平均被害額の算定は次の方法による。

a) 洪水生起確率の算定

b) ある財産のある大きさの洪水による被害額の算定

c) ある財産の年平均被害額の算定

a) の洪水生起確率の算定は種々の方法があるが省略する。

洪水被害 洪水の被害は、洪水によりある資産がどこまで浸水するか、またある浸水によりその資産はどれほど被害をうけるかを調査して算定する。

前者の調査は全流域を流水の勾配、堤防の性質、土地の利用等を考慮して、その区域内ではこれらの状況が大体同一とみなされる各「被害区域」に分割し、各区域ごとに個々の資産全部を細部にわたり調査記入し

た地形図を作成する。次に各区域ごとに水位一流量曲線を作り実際の洪水により浸水した記録等を参照して、ある洪水が起つたときのその区域の水位がわかるようにする。

後者の調査は各資産の標高を決定し、特にゼロ被害の高さを決定する。次に洪水による被害は直接被害、間接被害及び価値低下の被害の三つに分けて調査する。直接被害とは資産がうけた物理的被害で、これらは修繕や同種のものとおきかえる費用、あるいは清掃したり移動したりする費用等によつて評価される。間接被害は洪水のために必要となつたり、失われたりしたものや仕事で直接被害に入らないもの、例えば浸水区域及び区域外における洪水により生じた仕事や賃金等の損失、救助に要した費用等がある。これは研究の結果通常直接被害に対する比率で算定されている。最後に前二者に入らない物の価値や利用価値の減少の被害がある。これは洪水前後の価値の差額として求められる。このような諸種の被害を実際の資産に対して評価するのであるが、最も信頼できる方法は、その資産の所有者が記録した過去の被害の資料によるものである。二、三の大洪水による被害の記録が利用できると内挿により小洪水の被害を推定できる。記録のないものはその資産を細部にわたり調査して各水位に対する被害を評価するよりほかはない。ある型の建築物に対しては洪水の種々の水深に対する単位面積当りの被害額を示した図表ができてい。そのほか流水、土砂流による被害等は評価困難であるが、過去の記録を参照して近似的に評価する。これらの調査により流量一確率図、水位一流量図、水位一被害額図が作成される。

年平均被害 年平均被害額は上記資料より被害額一確率図を画くことによつて得られる。Corps of Engineers が Merrimac 河の Lowell, Mass の典型的な工場において行つた例は 図-1, 図-2 (a), (b), (c)

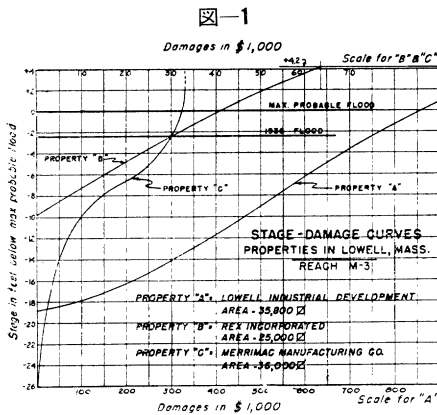


図-2 (a)

DAMAGE VS. PROBABILITY
PROPERTY "A"

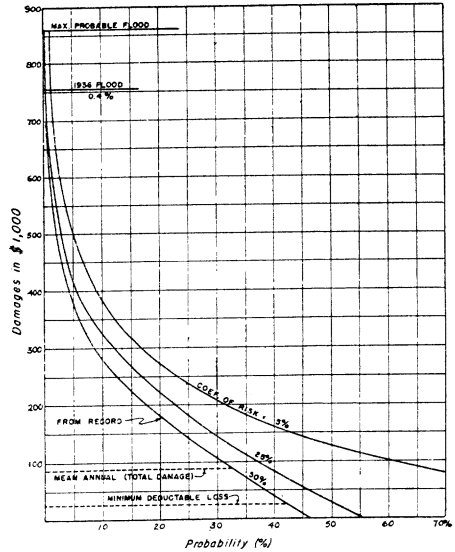


図-2 (b)

DAMAGE VS. PROBABILITY
PROPERTY "B"

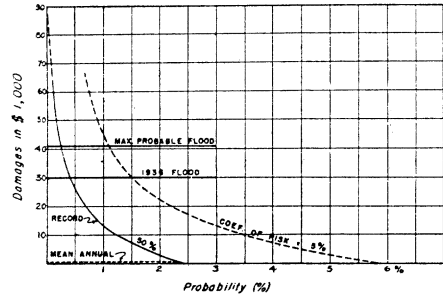
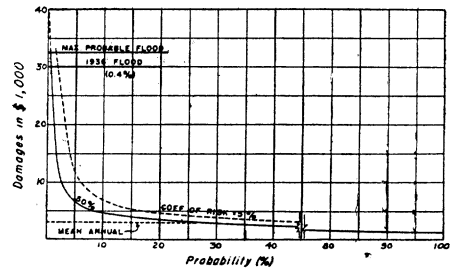


図-2 (c)

PROPERTY "C"



のごとくである。図-1 は水位一被害額図で水位は 1936 年洪水水位を 0 として画いてある。C のゼロ被害の水位は最も低く B が最も高い。C は水位が +2 ft 以上になると被害はもはやあまり増大しない。図-2 の被害一確率曲線の下全面積を計算することにより年の平均被害額が算定できる。各資産の最大被害 (ゼロ

確率被害額)と上のように求めた年平均被害額及びこの両者の比 b/a は次表のとおりである。

Bのように比較的高い位置にありゼロ被害の確率値

資 産	a 最大被害額	b 年平均被害額	b/a
A	\$ 1 000 000	\$ 88 000	8.8 %
B	90 000	400	0.45 %
C	40 000	3 000	7.5 %

の小さいものは b/a の値が小さい。反対に A, C のように比較的低い位置にありゼロ被害の確率値の大きいものは b/a の値が大きい。すなわち A, C のような資産の年平均被害額は比較的確率値の大きい通常洪水に支配され、確率値の小さい大洪水では大きく影響されない。(建設省河川局 稲田 裕)

新刊取次書籍案内

書 名	著 者	定 価	送 料	出 版 社
鉄道防災改良施工法	高坂 柴 朗	1300	50	三 報 社
応用力学演習上	杉本 礼 三	700	40	森北出版 K K
” 下	”	700	40	”
資 材 便 覧	資材規格調査 研究会編	1200	70	白 亞 書 房
海 岸 工 学 (I)	米国技術財団 波浪研究会編	580	40	丸 善 K K
(II)	土木学会 工学委員会訳	750	40	”

コンクリート及 施工方法 鉄筋コンクリート

九大名誉教授
工学博士 吉田 徳 次 郎 著 B 5 判 854 頁

定 価 1500 円
特 価 1350 円
(4月30日まで)

★全訂改版★

本書は定評ある土木工学・建築工学の教科書ならびに現場技術者の参考書として初版刊行以来今日にいたるまで10数版を重ねて来たが、本版はこゝ10数年間に、急速な進展を遂げたコンクリート施工法を、今日の標準的施工法に基いて書きかえ、新たに AE コンクリート、現場管理、コンクリート舗装の施工、重力ダムの施工などを加えて全面的に改版、内容の一層の充実を計ったもので、将にコンクリートのエンサイクロペディアの名を冠するに恥じないものである。

土木設計便覧編集委員会編 土木設計便覧 改訂3版 B 6 判 1402 頁
定 価 1600 円

東京天文台編 理科年表 31 年版 A 6 判 700 頁
定 価 280 円

Maruzen Engineers' Library

本 間 仁 著 水 理 学 B 6 判 272 頁
定 価 330 円

米国技術財団波浪研究会編 海 岸 工 学 I A 5 判 286 頁
土木学会海岸工学委員会訳 定 価 580 円

” ” II A 5 判 430 頁
定 価 750 円

日 東
本 京
橋
丸 善