

こゝに ε_0, θ_0 は載荷時による断面の歪み、廻転歪みを表わし、 σ_{PO}, σ_{MO} は載荷時における軸方向力および偏心モーメントによるそれぞれの応力を表わす。また $\varphi_{rpt}, \varphi_{rMt}$ は鉄筋コンクリート部材の圧縮および曲げモーメントに対するクリープ特性であり、弾性比、鉄筋比および φ_t の函数である。

$$\left. \begin{aligned} \varphi_{rpt} &= \frac{1}{r}(1 - e^{-\alpha\varphi_t}), & r &= np, & \alpha &= r/(1+r) \\ \varphi_{rMt} &= \frac{1}{\lambda}(1 - e^{-\beta\varphi_t}), & \lambda &= nq, & \beta &= \lambda/(1+\lambda), & q &= \frac{E_s I_s}{E_c I_c} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

偏心が大きくなつて、コンクリートの引張抵抗を無視しなければならぬ時は、完全な解はむづかしい。従つて (i) 断面は平面保持、(ii) 応力は直線分布、(iii) クリープ条件式 (1) はコンクリート圧縮縁線において満足されるという仮定の下に理論式を導いた。すなわち時間 t において、 $\delta_{ct}, \sigma_{st}, \sigma_{st}'$ を断面の回転曲率半径 (ρ_t) を用いて表わし、これを軸方向力、曲げモーメントの平衡条件式に代入し、コンクリート応力の弾性歪み ε_{ct} を ρ_t の函数として求める。こゝで (1) 式を變形して

$$\int_0^{\rho_t} \left(\frac{\delta_{ct}}{\varepsilon_{ct}} - \frac{\varepsilon_{ct}}{\varepsilon_{ct}} \right) = \int_0^{\varphi_t} d\varphi_t \dots\dots\dots (4)$$

とし、この左辺を数値積分すると ρ_t と φ_t との関係が分る。かくてこの ρ_t を用いればそれぞれの応力、歪みも全部決定できるわけである。

3. 実験およびその結果

寸法 $12 \times 18 \times 120$ cm の無筋コンクリート柱 8 本、(クリープ特性 φ_t 決定用) 同寸法で $p=2.09\%$, $p=3.72\%$, 鉄筋コンクリート柱各 4 本 ($e=0$, コントロール用), $12 \times 18 \times 140$ cm, のもの各鉄筋比について 8 本づつ計 32 本について、約 46 週にわたるクリープ試験を行つた。 φ_t 決定および $e=0$ には軸荷重 6 t を用い、コンクリート応力は約 30 kg/cm^2 とした。偏心率は $e=0.235 \sim 0.5$ とし、最大コンクリート応力 $30 \sim 35 \text{ kg/cm}^2$, となる様、荷重は $4 \sim 2$ t をいづれもスプリングを用いて材令 12 週より載荷した。供試体保持温度は $18 \sim 22^\circ\text{C}$, 湿度は $65 \sim 80\%$ である。また用いたコンクリートは強度 212 kg/cm^2 (12 週), 弾性係数 $27.4 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ (12 週) である。その結果によれば、

(i) 材令 12 週より載荷したにかゝらず 46 週後において $\varphi_t \approx 1.9$ とかなり大きかつた。

(ii) 偏心小なるとき、引張クリープ歪は極めて小であり、 $p=3.72\%$ の場合には圧縮歪みえとさえ変化した、圧縮クリープ歪みは $0.014 \sim 0.020\%$ (弾性歪みの $1.35 \sim 1.11$ 倍) と変化した。この場合 Dischinger の理論はよく実験結果と一致した。

(iii) 偏心大なるとき、圧縮クリープ歪みは弾性歪みの $1.10 \sim 0.88$ となつたが、引張側では収縮歪み以外にクリープ歪みは殆んどなく、引張亀裂は載荷時間とともに増加した。またこの場合著者らの理論解は実験結果と極めて満足した一致を見た。

(iv) 理論的には収縮歪みは $S_t = (10 \sim 15) \cdot 10^{-5} \cdot (\varphi_t \text{ or } \varphi_{rpt})$ と仮定して大差ないが、実験的にはこれらの仮定より幾分はなれることもある。

(7-14) コンクリートの強度変化に関する 振動実験的研究

正員 八幡製鉄所土木部 中 村 清

数十年経過したコンクリートの強度変化を、次の方法で調査してみた。

1. 八幡製鉄所内において、この問題の対象として考えられるのは、鉄筋コンクリート煙突である。従つて、煙突の固有週期を測定するために、最も簡便と思われる電気地震計及びガルパノメーター、並びにオツシロ撮影器により、操業中の煙突に対しても、固有週期を求め得た。その結果は逐次報告した。(S 28 年度より 29 年度土木学会西部支部研究発表会)

2. 求めた固有振動週期より、コンクリートの動弾性係数を求めるためには、勢力式による方が簡便であるが断面 2 次モーメントが変化する棒状体の固有週期を求める場合、正解法に対し誤差の程度が不明であつたので、振動方程式による正解法は、収斂が非常に遅かつたが、大体 2% 内外の値であつたから、以後勢力式による事にした。(S 29. 9. 第 4 回応用力学連合講演会報告)

1. は大きい素因としては考えられない。S. 30. 1. 建築技術誌 P. 541, 建設省建築研究所報告においても、この点が伺がわれる。

条件2. は、最も大きい素因と思われるものであつて、中でも熱的影響による素因は大なるものがある。図において建設後数年を経過しても、無使用の煙突に対しては、E 値の低下は殆んど認められない。

たとえば、E—58 のごとく（建設S17年6月）また、E—1' の煙突の操業開始と共に急激にE 値の低下のごとき例より考察すれば、熱的素因が大きい役割を占めている。煙突コンクリートの受ける温度測定は、別に示すことにする。

図の結果より、

1. A 曲線は主として高熱用、B 曲線はA に比して比較的低熱用のものである。A, B いずれもE 値の低下と共に、漸次鉄筋の効果が表われてくる事を示している。

2. 16—16 は、建設時の施工不良による例3. 33—32—31 は、建設年代同一に拘わらず大きい差のあるのは施工の良、不良によるものと思われる。

4. 其 の 他 略

この研究には、九大吉山博士の御指導による所が大きい。謹んで感謝の意を表し度い。

(7—15) 上椎葉ダムの温度規正について

准員 九州電力株式会社 青 木 謙 三
准員 同 〇原 欽 五

〔1〕 計 画

ダム施工に当つて打設コンクリートの亀裂防止のために、コンクリートの最高温度を抑制する必要がある事は云う迄もない。且又灌水前に各ブロックコンクリートの平均温度を下げ、出来る丈けブロックの収縮を完うせしめ、収縮継目のグラウト填充を完全ならしめねばならない。加うるに、本ダムはアーチダムなるために、ダムの収縮継目グラウト時の温度からその後の温度降下を少くして、ダムの温度応力を小ならしめる必要があり、そのため出来る限りグラウト填充時のブロックコンクリート平均温度を低くして置かねばならない。此等諸種の目的からダムコンクリートの温度規正方法として人工冷却を行つて、建設中のコンクリート最高温度を抑制すると共に継目グラウト時迄にブロック平均温度を本地点の年平均気温 (15.6°C) 迄冷却する計画とした。

冷却方法はコンクリート混合水の冷却及びパイプ冷却を併用する方法を採つた。混合水の冷却を行う所謂ブレッカーリングは冷凍水及び氷を使用し、パイプ冷却は河水又は冷凍水を循環させる計画とした。此等冷却の方法と相俟つて、リフト厚 2 m, ブロック巾 20 m を採用した。

〔2〕 施 工 の 概 要

計画に基き、ブレッカーリングとしてはコンクリート練り混ぜに際し氷の混入及び混合水の冷却を行つたが、氷はチューブアイスを混合水量の 0~30% の間に变化せしめ、混合水は 1.6°C の冷凍水を使用した。

パイプ冷却は外径 1" の電鍮鋼管をリフト表面又はコンクリート打設中リフト中間に、拘束の程度に応じて水平間隔 1 m, 1.5 m 及び 2 m の間隔で布設し、パイプコイル中に河水又は冷凍水 (4~18°C) を循環せしめて所謂強制冷却を行つた。冷却パイプ中の流速は 0.6 m/sec を標準とし、ブロックが一樣に冷却される様に、冷却水の流向を適宜変化せしめ、冷却水の循環の中断を極力防止した。コイルの長さは 300 m 程度に制限し、1 ブロック 1 本又は 2 本を使用し、冷却プラントの容量と相俟つて冷却効率の出来るだけ高くなる様にした。

〔3〕 冷却工事に伴う諸実測

上椎葉ダムの冷却により、ダム内温度が如何なる経歴を示しているかを知り、且又継目グラウト時期等を決定するためにダム内には抵抗温度計、カールソンメーター等を埋設して諸種の場合の温度を測定した。特にダム上部の人工冷却せざる部分の温度との対比により、人工冷却による温度規正が最高温度の抑制に於てどの程度の効果があるか、上椎葉ダムに於て行つた程度のブレッカーリングの効果、パイプ冷却の効率等について諸種の資料を得た。

温度規正の計画を樹てる場合にコンクリート熱拡散率が主要なる要素であるが、九州大学、小野田セメント社日本セメント社等と協力して熱拡散率として 0.003 m²/hr 前後の値を実験的に求めた。その他比熱、断熱温度上昇等についても中庸熱セメントについて大凡の値を実測及びセメント会社の資料から得ることが出来た。

〔4〕 結 語