

国鉄仙幹工 正員 石橋忠良
 東北大学 正員 後藤幸正
 国鉄仙幹工 正員 村上温

1. 目的

本試験は東北新幹線より、ある阿武隈川橋梁のひびわれ防止と、かつひびわれの原因を明らかにする為の一環として、若材令時のコンクリートの力学的挙動、乾燥収縮等の物性を知るために行なったものである。

又、試験概要

実験1：全断面均一乾燥されるペースト、モルタル、コンクリートの含水量の変化と乾燥収縮の関係について、乾燥湿度を変化させて検討する

実験2：全断面均一乾燥されるペースト、モルタル、コンクリートの拘束下における収縮応力について、乾燥湿度を変化させて検討する

実験3：一面から乾燥されるコンクリートの部材内部の含水量の変化（湿度分布）と収縮変化を求め、乾燥分布による内部応力について検討する

実験4：養生温度履歴と若材令コンクリートの圧縮ヤング係数の増進、応力-ひずみ曲線の時間的变化を調べる。

実験5：一定圧縮応力作用時の若材令コンクリートのクリープと載荷材令との関係について調べる

3. 実験結果および考察

実験1：図-1は逸散水量と収縮ひずみの関係を示したものである。これによると環境湿度によって両者の関係は相違するが、同一湿度においては、試験体形状にかかわらず同じ関係を示している。又当然であるが、湿度50%より80%での養生の方が水の逸散速度も遅く、その量も小さく、ペースト・モルタル・コンクリートの順に逸散水量は小さくなっている。実験より両者の関係式を求め、その式より200日の乾燥後の逸散水量を求めると表-1の様になる。

実験2：試験体は外部拘束試験体と内部拘束試験体の2試験体を作成したが、ここでは内部拘束試験結果について報告する。

図-2はコンクリートに生じた収縮応力(σ) ならびに応力緩和(σ_{relax})と材令の関係を示している。収縮応力と比較して応力緩和が非常に大きく、ひびわれ発生直前では収縮応力はモルタル 20 kg/cm²

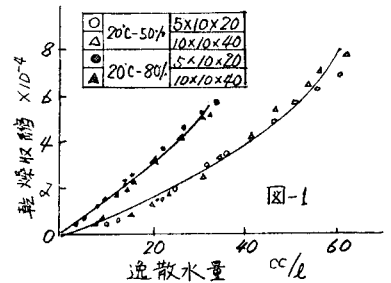
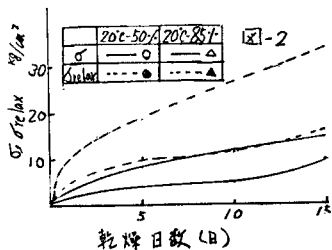


表-1 乾燥時間200日における逸散水量

試験体寸法	逸散水量 cc/g	
	20°C 50% 養生	20°C 80% 養生
ペースト 8.5x10	177.3	82.1
モルタル 4x4x16	127.8	26.5
コンクリート 9x10x20	145.5	82.2
コンクリート 4x4x16	144.7	75.3
コンクリート 5x10x20	51.4	23.5
コンクリート 10x10x40	51.5	25.3

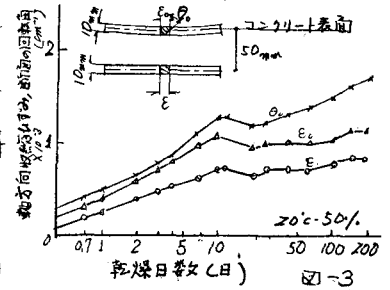
表-2 ひびわれ発生日数

区分	20°C 50%	20°C 80%
ペースト	3時間	4日
モルタル	3日	14日まで養生時
コンクリート	19日	24日まで養生時



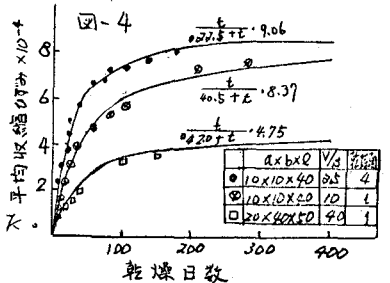
コンクリート 15~16 kg/cm²と推定され、応力緩和はモルタルで 20 kg/cm²、コンクリートでは 3.5 kg/cm²となっている。表-2はこれから供試体のひびわれ発生日数のおおよその乾燥時間である。

実験3: 断面 10×10 cm, 厚さ 1 cm の薄片試験体を, $10 \times 10 \times 40$ cm のコンクリート角柱を切断することにより作成し, 終局収縮ひずみを早期に求めようとした。図-3はコンクリート表面のひずみと, 表面から 1 cm の位置のひずみを示している。乾燥時間の経過につれてこれらは大きなひずみ差を生じ, この薄片体は「そり」の現象を示した。コンクリート表面から 5 cm の深さから採った薄片試験体の上下面の収縮ひずみは大差なく「そり」の現象は見られなかった。これは表面部はペースト分が多い為と考えられる。



コンクリート部材の容積と乾燥面積比 (V/A) を変化させて乾燥収縮の状態を調べた。図-4は V/A を 2.5 ~ 40 まで変化させて試験を行った結果の一例である。この図より V/A が大きいほど収縮ひずみの絶対値が小さくなるのが明らかに認められる。

$10 \times 10 \times 40$, $10 \times 20 \times 40$, $20 \times 40 \times 50$ (cm) の三種の試験体を用いて一面乾燥試験を行い, その収縮ひずみ分布を測定した。その結果は湿度の低い 20°C , 50% 湿度での養生も, 湿度の高い 20°C , 湿度 80% での養生も部材断面が大きくなるほど大きなひずみ差が見られた。



20°C , 50% 養生の場合, 材令 25 日においてコンクリート断面 10×10 , 10×20 (cm) は終局収縮ひずみのおよそ 70 ~ 80% が乾燥されているのに対し 20×50 cm の断面のコンクリートは材令 29 日で表面部が 60%, 12 cm の深さで 47% が乾燥されていた。又乾燥面と風を与えた場合は与えなかったものより, 乾燥面近傍のコンクリートの乾燥によるひずみ差を小さくした。

コンクリートの内部の湿度分布測定も 20×40 cm の断面の試験体で行った。これによると 20°C , 50% 養生で乾燥面から深さ 20 cm の位置で相対湿度が 100% 以下となる日数は約 29 日であり, 20°C , 80% 養生の場合は 80 日程度である。このことより水分の移動速度は非常にゆるやかで, 部材全体が均一に乾燥されるにはかなりの日数が必要と思われる。又風を与えると水分の移動も促進させることはできる。

実験4: 圧縮強度とマテリヤリの関係は, 定湿養生の初期 $800^\circ\text{C} \cdot \text{hr}$ 位までは比例関係にあるが, それ以上の相関は認められない。

圧縮応力-ひずみ曲線より 初期材令 (材令 15 時間以降) においても応力-強度比 0.3 以内では弾性範囲と言え, 以後材令に伴ない弾性範囲がわずかに高まり, 材令 48 時間にて 0.4 ~ 0.5 の応力-強度比まで範囲が拡大する。また強度と弾性係数は材令 48 時間頃までほぼ直線関係にあり, その関係は次式で示される。

$$E = 613 \sigma_c + 39900$$

$$E: \text{弾性係数} \quad \sigma_c: \text{圧縮強度}$$

実験5: 若材令時コンクリートのクリープひずみは, 載荷時材令が同じであれば, 載荷応力に比例し, 載荷時間の経過に伴ない, その増加速度を減少させながら増加する。

若材令コンクリートのクリープひずみは載荷時材令が若いほど, 載荷時間が長い程大きく, その関係は概ね次式のようなのである。

$$\epsilon_c = \sigma \frac{A(T-K)}{B + (T-K)}$$

$$A = -2.76K + 60.2$$

$$B = 101K - 10.4$$

$$(20^\circ\text{C養生})$$

$$1.53K - 10.5$$

$$-1.87K + 8.44$$

$$(40^\circ\text{C養生})$$

$$T: \text{材令 (hrs)}, \quad K: \text{載荷時材令 (hrs)}$$

若材令コンクリートのクリープ回復は, 自由収縮に相殺される程度の量である。

4 おわりに

若材令コンクリートの性質について以上の外に引張試験等も行っているが, 別の機会に報告いたします。なお, この試験およびまとめるに際して電気化学工業中央研究所のセメント建材研究室の御協力を得たことにあらためて申し上げます。