

含水変化の影響を受けたコンクリートの曲げ強度の挙動

東北大学 学生員 小梁川雅
東北大学 正 員 遠藤成夫
東北大学 正 員 山崎克範

1 はじめに

コンクリート舗装においては、設計・管理の基準として主に曲げ強度が用いられている。しかし、曲げ強度の性質については圧縮強度に関するほど一般に知られているわけではない。曲げ強度に対する影響因子は様々なものが考えられるが、特に養生方法の相違によって生じる供試体の含水変化の影響という問題がある。本研究ではこの問題について実験を行ない、曲げ強度の挙動とその原因を解明することを目的とした。

2. 実験方法

本実験に使用した供試体は、 $15 \times 15 \times 53 \text{ cm}$ の標準曲げ供試体であり、載荷は3等分2点載荷とした。供試体の養生条件は以下に示す通りである。

- (1) 水中養生 打設後1日で脱型し、水温 20°C の恒温槽に浸す。
- (2) 気乾養生 打設後1日で脱型し、室温 20°C 、湿度 60% の恒温室に放置する。
- (3) 気乾養生+水浸 (2)と同様に養生した後、試験前一定時間水浸させる。

なお、(3)の養生条件の水浸時間は、6、12、24、48、96時間である。これらの養生条件を材令14、28、91日 半年にわたって行ない、各々について供試体を3本ずつ試験した。測定した項目は、曲げ強度、水浸させた時の吸水量、供試体内部及び外部の含水率、水浸させた時の乾燥部分の大きさである。

3. 実験結果

養生条件別の材令と曲げ強度の関係は図-1に示す様になった。ここでは、水浸24、96時間の結果は省略した。連続して水中養生した供試体の曲げ強度は、材令とともに増加している。連続して気乾養生した供試体の曲げ強度は、水中養生のものに比べるとかなり低いが材令とともに増加する傾向にある。

これに対して、気乾養生後水浸させた供試体の曲げ強度の挙動は、材令及び水浸時間によって異なった。水浸6時間の場合には、どの材令でも、気乾養生供試体の曲げ強度よりも増加した。しかし、それ以外の水浸時間では材令14、28日と材令91、168日で水浸の影響は全く異なっている。材令14、28日では、水浸させることによって気乾養生供試体の曲げ強度よりも増加している。ところが、材令91、168日では、水浸12時間の場合、気乾養生供試体の曲げ強度とほとんど変わらない。又、水浸48時間では、逆に気乾養生供試体の曲げ強度よりも低下した。強度低下は、

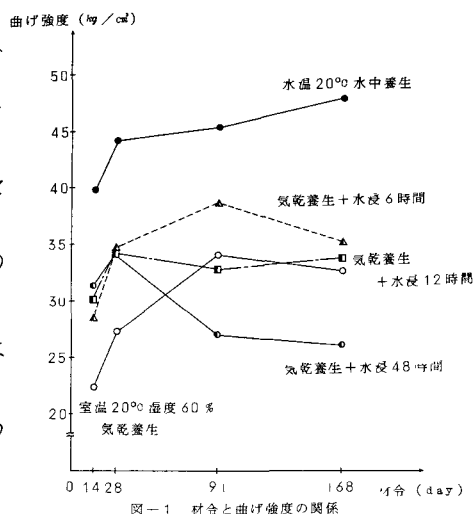


図-1 材令と曲げ強度の関係

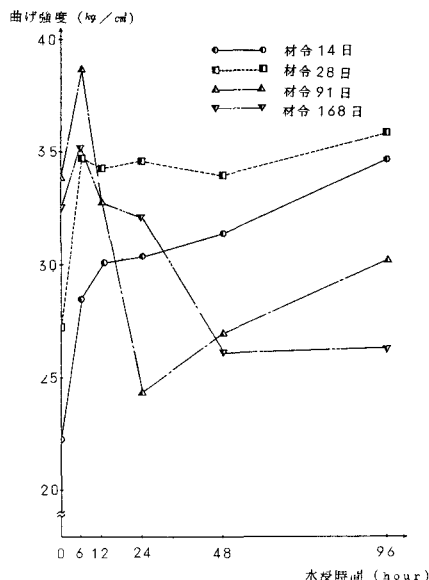


図-2 水浸時間と曲げ強度の関係

同材令の気乾養生供試体の曲げ強度に対して、材令91日で20.6 % 材令168日で19.9 %に及んでいる。

図-2は、各材令における水浸時間と曲げ強度の関係である。材令14、28日では、6時間の水浸によって急激な強度増加があり、その後も強度の増加が続く。これに対して、材令91、168日では、やはり、6時間の水浸によって強度増加が生じるが、その後、強度が低下している。なお、材令91日では強度が一度低下した後、再び増加するか、材令168日ではこの傾向が見られなかった。

図-3は、各材令における水浸時間と供試体内部に残存している乾燥部分の中の関係である。材令14、28日においては、水浸時間とともに内部に水分が浸透してゆき、96時間の水浸によってほぼ中心まで浸透する。これに対して、材令91日、168日では、水分の浸透が、材令14日、28日に比べて遅く96時間水浸させてもなお中心に乾燥部分が存在することがわかる。この水分の浸透の相違は、材令が古くなるとコンクリートが密実になるためにおこると考えられる。

図-4は、材令91日における供試体内部と外部の含水率の挙動を示したものである。外部の含水率は、水浸時間が長くなってもあまり変化しないが、内部の含水率は、水浸時間とともに増加してゆき、内部・外部の差が小さくなる傾向にある。

以上の結果をまとめると次のように考えられる。コンクリートの曲げ強度は、供試体下縁の強度に大きく影響される。気乾養生供試体には、乾燥収縮により表面部に引張応力が作用しているのでその分強度が低下している。しかし、供試体を水浸させると、膨張による表面付近の圧縮応力のため乾燥収縮の影響が打消され曲げ強度が増加する。材令91、168日における水浸6時間の強度増加も同様の理由によると考えられる。

これに対して、材令91、168日における水浸24時間以後の曲げ強度低下は、次のように説明される。図-3からわかるように、水分の浸透具合が材令91日以後では、材令14、28日に比べて遅い。そして、水浸時の膨張歪量はカールソノメーターによる測定により、材令14、28日より材令91、168日ではかなり大きいことがわかった。よって、水浸による急激な膨張が供試体の限られた部分に生じ、これによって骨材とモルタルの付着面、もしくはモルタル中に微細ひびわれが発生したことが推測された。もし、供試体にこのような微細ひびわれが存在すれば、曲げ破壊はこのひびわれから急速に進展し、曲げ強度が低下すると考えられる。

4 結び

以上の実験結果から、気乾養生したコンクリートを水浸させることは曲げ強度に対し、材令により異なった影響を及ぼすが、特に長期材令において曲げ強度を著しく低下させることがわかった。この長期材令における強度低下は、供試体内部に生じる微細ひびわれに起因するものと推測された。

最後に、この研究に対して御援助を賜った東北大学工学部土木工学科道路工学研究室、鈴木堂夫氏、杉明彦君、高橋正人君に感謝の意を表します。

参考文献: P.W.Keen An unsolved mystery in concrete technology Concrete Nov. 1979
K.M.Alexander Comments on "An unsolved mystery in concrete technology" Concrete Apr. 1980

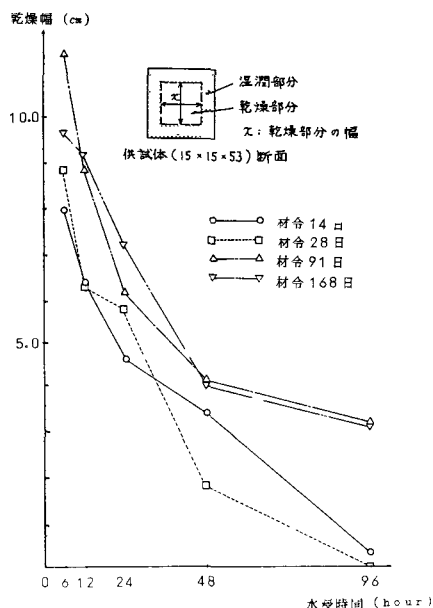


図-3 水浸時間と乾燥幅の関係

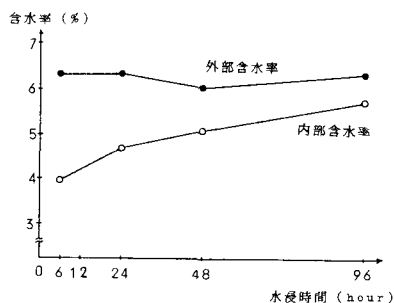


図-4 材令91日における水浸時間と含水率の関係