

長年月供用されたコンクリート橋の材料特性に関する検討

九州大学大学院 学生会員 坂口伸也
 フェロー 松下博通
 正会員 鶴田浩章
 建設省 正会員 藤本 聡
 富士ピー・エス 正会員 藤本良雄

1. はじめに

長年月供用された（約60年）久留米大橋の解体・撤去に伴い、橋桁からコンクリートコアを採取する機会を得た。本研究では、長年月供用されたコンクリート橋の中性化、塩分浸透量並びに圧縮強度等の材料特性について検討することを目的としたものである。

2. 供試体概要

久留米大橋は、橋齢約60年のRC2主桁ゲルバー橋であり、橋軸方向をX、橋軸直角方向をYとした。供試体形状はφ15cmで、試験前に高さ30cmに成形した。ただし、中性化試験、塩分量測定試験に使用した供試体は高さ約15cmに成形した。コア採取位置を図1に示す。

3. 実験概要

A-Y-4供試体を使用してセメント協会コンクリート専門委員会に従い配合推定を行った。結合水量はlg-loss法によって求め、付着水による補正を行い水量(%)を算出した。単位水量は硬化コンクリートの絶乾単位容積質量（コンクリートコアから求めた）に水量(%)を乗じて算出した。

A桁のX、Y方向から採取したコア8本（A-X-3,4,A-Y-2,3,B-X-1,2,B-Y-1,2）について圧縮強度試験を行った。

A、B桁のY方向から採取したコア4本（A-Y-1,4,B-Y-3,6）を割裂して2つの試験片を作り、その割裂面にフェノールフタレイン溶液を噴霧して平均中性化深さを求めた。

中性化試験で割裂した供試体の片方を図2のようにスライスし、そのうちの4部分（厚さ15mm）をJCI-SC4 硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法に従って塩分量測定試験を行った。

クリープ試験に使用した供試体はコア4本（B-X-4,5,B-Y-4,5）である。試験は恒温恒湿室（20℃.60%）において鋼板とφ32の鋼棒によりフレームを組み、アキュムレータを使用し、2本直列に配置した供試体に一定持続荷重を作用させる方法で行った。載荷応力はコア圧縮強度試験結果（平均圧縮強度40.1MPa）より圧縮強度の約1/4の9.8MPaを目標とした。クリープの測定は供試体に貼付したひずみゲージを使用する方法とホイットモアひずみ計で供試体に貼付した2つのチップ間の距離（約10cm）を測定する方法を組み合わせで行った。なお、乾燥収縮は約60年経過しているので無視した。

4. 試験結果および考察

各材料の質量推定結果を表1に示す。本試験では久留米大橋建造当時の配合が報告されていないため、当時の計量記録¹⁾よりセメント量に対する骨材

キーワード：中性化、塩分量、クリープ、材料特性

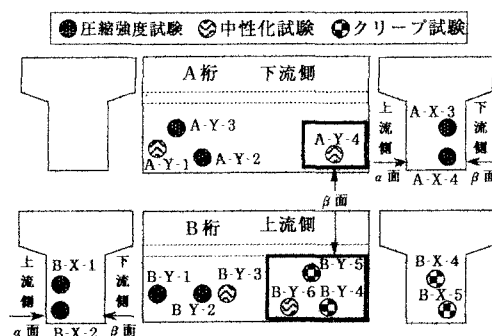


図1 コア採取位置

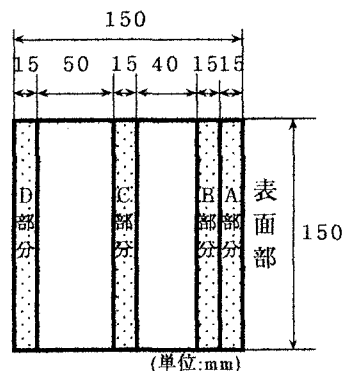


図2 コアからの試料採取位置

量の割合（ $A/C=6.45$ ）を求め、当時の単位骨材量が本試験で推定した表1の骨材量に相当するものと仮定して、当時の単位セメント量を推定した。その結果、当時の単位セメント量は約305（ kg/m^3 ）となり、約10%の差で単位セメント量を推定することが出来た。

圧縮強度試験結果を表2に示す。旧久留米大橋の建造当時の圧縮強度は19.6～31.4（MPa）であり、数十年経過後の圧縮強度は当時から50%程度増加している。

全塩分、平均中性化深さの測定結果を図4に示す。図を見ると塩分量は桁外側（A-Y-4, B-Y-6）の方が内側（A-Y-1, B-Y-3）に比べて大きく、外的要因を受け易いことが分かる。そこで、桁外側（A-Y-4, B-Y-6）を見るとA（下流）側の方がB（上流）側よりも大きくなっていることから、潮風が外的要因の一つであると考えられる。しかしながら、供試体採取位置が河口より約30km上流の内陸部であるため、いずれの供試体においてもその値は小さい。

中性化深さCを岸谷式により、中性化比率 $R=1$ 、期間 $t=60$ 年、強度上の水セメント比 $X=0.607\%$ として算出すると中性化深さ $C=2.98\text{cm}$ であり、実際の中性化深さは計算値より小さいことが確認できる。

従って、桁のかぶりが約3cmであることを考えると中性化あるいは塩分等による鉄筋の腐食が生じている可能性は低いと考えられる。

クリープ係数と載荷日数の関係を図5に示す。クリープ係数は0.8～1.1程度と4本とも近い値を示しているため、今回の試験の範囲では約60年間供用されたコンクリートにおいてもクリープを考慮する必要があると言える。しかしながら、この点については荷重履歴を考えて検討する必要があると考えられる。

5. まとめ

- 本試験では当時の単位セメント量に対して、約10%の差で単位セメント量を推定することが出来た。
- 数十年経過後のコンクリートの圧縮強度は当時から50%程度増加し、また橋軸直角方向の圧縮強度が橋軸方向より小さくなる。
- 試料採取位置が内陸部であることから平均中性化深さ、塩分量ともに小さく、著しい影響とは言えず、また桁のかぶりが約3cmであることから中性化、塩分による鉄筋の腐食が生じている可能性は低い。
- 今回の試験の範囲では、約60年間供用されたコンクリートにおいてもクリープ係数は0.8～1.1程度であったため、クリープを考慮する必要があると考えられる。しかしながら、この点については荷重履歴を考えて検討する必要がある。

表1 単位量推定値（久留米大橋）

コア記号	水セメント比（%）	骨材量（ kg/m^3 ）	セメント量（ kg/m^3 ）	水量（ kg/m^3 ）
A-Y-4	60.7	1924	267	162

表2 圧縮強度試験結果

供試体種類	圧縮強度（MPa）	平均値（MPa）	弾性係数（GPa）	平均値（MPa）
A-Y-3	42.5	39.3	26.6	27.0
A-Y-4	36.2		27.5	
A-Y-2	36.1		30.1	
A-Y-3	35.2	36.6	32.0	31.0
B-X-1	43.7		30.0	
B-X-2	41.8	42.8	31.4	30.7
B-Y-1	36.4		30.5	
B-Y-2	36.5	37.5	32.5	31.5

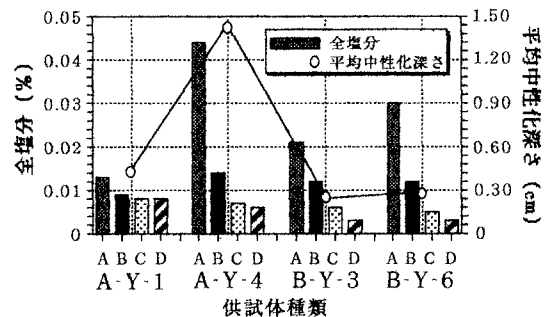


図4 中性化深さ測定、塩化物イオン定量結果

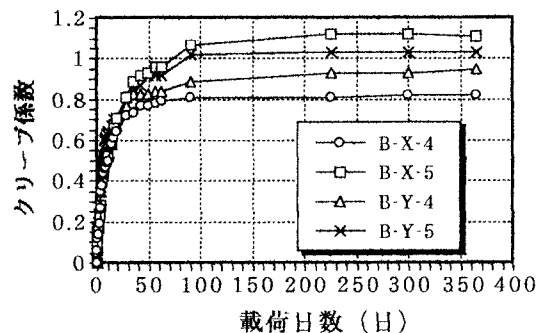


図5 載荷日数とクリープ係数の関係