

自己収縮が高強度 RC のせん断耐力に及ぼす影響

広島大学工学部 フェロー 田澤 榮一
西 松 建設 石丸 定雄
広島大学大学院 学生会員 ○西田 尚史

1. はじめに

本実験では実大の RC 梁を用いて、W/C、引張鉄筋比、養生条件を変化させ、コンクリートの自己収縮ひずみの経時変化、及び鉄筋のひずみの経時変化を測定し、その結果から自己応力を求め、その自己応力が W/C の低い高強度 RC 梁のせん断耐力に及ぼす影響について検討することを目的とした。

2 実験概要

本研究で実験パラメータは、W/C(20%、30%、53%)、引張鉄筋比(d22-3.02%、d29-5.02%)、養生条件(封緘養生 S、乾燥養生 D、水中養生 W)をパラメータとして RC 梁を作製し養生した。供試体の形状及び寸法を図-1 に示す。また予め図-1 に示す位置に、ひずみゲージ、埋め込みゲージを取り付け、鉄筋のひずみ、及びコンクリートの自己収縮ひずみを測定した。

載荷実験は図-1 に示すように 2 点集中載荷で行った。また載荷速度は 1kN/sec とし、ひび割れ発生状況を調べるために荷重は 5kN ずつ増加させていき破壊まで載荷を行った。

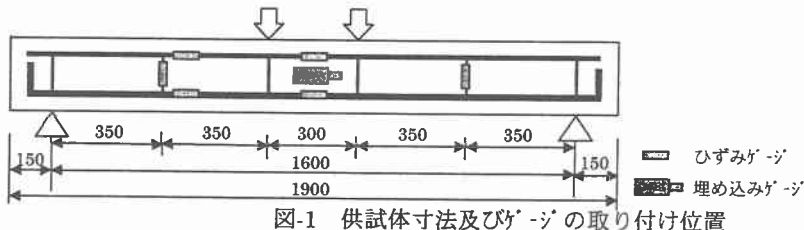


図-1 供試体寸法及びゲージの取り付け位置

3 実験結果及び考察

(1) コンクリート及び鉄筋の収縮ひずみ

図-2 に無筋コンクリート梁の収縮ひずみと W/C、及び引張鉄筋比の影響による RC 梁の収縮ひずみの経時変化を示す。図中の凡例は《W/C - 養生条件 - 引張鉄筋比》を表わす。図より、コンクリートと同様に RC 梁においても W/C が低くなると自己収縮は大きくなるが、鉄筋に自己収縮が拘束されるため無筋コンクリートに比べて収縮量は減少することが明らかとなった。また引張鉄筋比の違いが RC 梁中央のコンクリートのひずみに及ぼす影響はわずかであると考えられる。次に W/C、及び引張鉄筋比の影響による鉄筋の収縮ひずみの経時変化を図-3 に示す。図より W/C が低くなると鉄筋の収縮ひずみが大きくなっていることが分かる。これは RC 梁の自己収縮に対応しており自己収縮が大きいほど鉄筋の収縮ひずみも大きくなることが明らかとなった。また引張鉄筋の断面積が小さいほど収縮ひずみが大きいことが認められた。これはコンクリートの収縮によって鉄筋が受ける圧縮応力は断面積が小さい鉄筋の方が大きいためである。

(2) 自己応力

自己応力を算出するため仮定条件を以下に示す。①コンクリートの収縮が断面内に一様に生じる。②鉄筋とコンクリートとの付着は完全である。

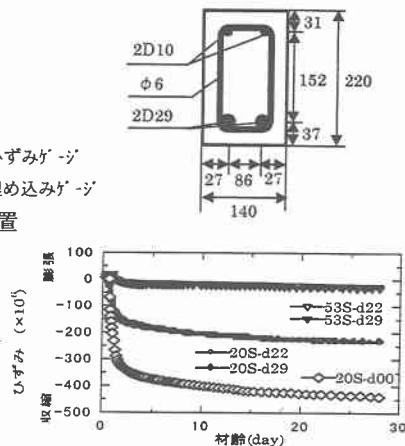


図-2 無筋コンクリート梁の収縮ひずみと RC 梁の収縮ひずみの経時変化 (封緘養生)

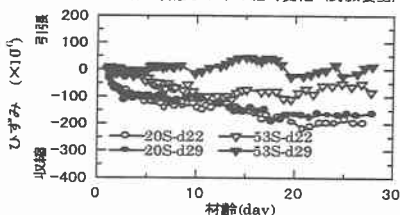


図-3 W/C、及び引張鉄筋比の影響による鉄筋収縮ひずみの経時変化 (封緘養生)

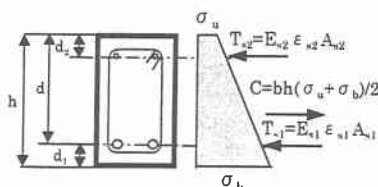


図-4 自己応力分布

③鉄筋により生じる自己応力は桁高方向に線形分布とする。④断面自身の拘束による自己収縮は考慮しないものとする。これらの条件をもとに、RC 梁の断面の自己応力分布を図-4 に示す。図中の鉄筋が受ける圧縮力 T_{s1} 、 T_{s2} とコンクリートが受ける引張力 C との釣合いによって RC 梁の上縁の自己応力 σ_u 、及び下縁の自己応力 σ_b を求めた。W/C の影響による RC 梁の自己応力分布を図-5 に示す。図より、W/C53%の普通強度 RC 梁にはほとんど自己応力は生じないが W/C20%の高強度 RC 梁には大きな自己応力が生じた。このことから W/C が低いほど RC 梁に生じる自己応力が大きくなることが明らかとなった。

次に図-6 に引張鉄筋比の影響による RC 梁の自己応力分布を示す。図より引張鉄筋比が大きいほど RC 梁に生じる自己応力は大きくなることが認められた。また図-5、図-6 では σ_u が圧縮応力となっているが、鉄筋によって生じる自己応力を桁高方向に線形分布と近似したため誤差が出たものと思われる。

(3) 斜めひび割れせん断耐力

図-7 にコンクリートの圧縮強度と斜めひび割れせん断耐力の関係を示す。計算値は示方書式の基本式を用いた。

$$(\text{基本式}) \quad V = 0.20 f_c^{1/3} p_w^{1/3} d^{-1/4} \{0.75 + 1.4 / (a/d)\} b_w d$$

図よりコンクリートの圧縮強度が 40~50kN/mm² の普通強度 RC 梁の場合は基本式値と実験値はほぼ一致しているが高強度 RC 梁の場合、実験値は基本式値に対して低下していることが確認できる。つまり高強度 RC 梁の場合、基本式は強度を過大評価していることになる。次に斜めひび割れせん断耐力と RC 梁下縁の自己応力 σ_b の関係を図-8 に示す。この図より自己応力が大きくなるほど斜めひび割れせん断耐力は基本式値よりも低下していることが分かる。つまり図-7、図-8 よりコンクリートの強度が高くなると自己応力は大きくなり、このことによって斜めひび割れせん断耐力が基本式値よりも低下するものと考えられる。

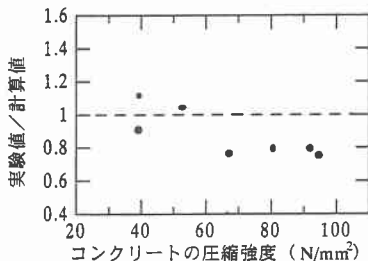


図-7 斜めひび割れせん断耐力とコンクリートの圧縮強度の関係

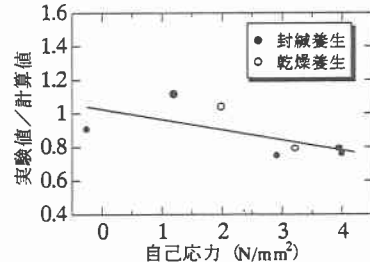


図-8 斜めひび割れせん断耐力と自己応力の関係

4 結論

RC 梁は無筋コンクリートに比べて自己収縮ひずみが内部鉄筋によって拘束されるため、見掛けのひずみが減少することが確認された。また RC 梁においてもコンクリートが高強度になるほど自己収縮ひずみが大きくなり、鉄筋の収縮ひずみも大きくなることが認められた。これは無筋コンクリートの収縮と対応しており、高強度コンクリートになるほど自己収縮による自己応力が大きくなることを意味している。また引張鉄筋比が大きいほど拘束される収縮量が大きいことが認められた。すなわち W/C が低いほど、また引張鉄筋比が大きいほど RC 梁に生じる自己応力は大きくなる。RC 梁の斜めひび割れせん断耐力は、コンクリートの圧縮強度が高いほど、また自己応力が大きいほど基本式による計算値との差が大きくなる。圧縮強度が 100N/mm² のコンクリートでは図-7 に示すように基本式の約 30%程度の低下を生じることが明らかとなった。

【参考文献】鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物 1992 p. p. 84~92