

横浜国立大学 正会員 池田 尚治
同上 正会員 椿 龍哉
同上 学生員 〇野川 和宏

1. 緒言 コンクリートは寸法が大きくなるに従って強度が低下することが知られている。たとえばコンクリートの圧縮強度は供試体の寸法により異なり、標準供試体に比べて $\phi 60$ cm の場合は約 85 % に低下することが報告されている。腹鉄筋の配置されていない鉄筋コンクリートはりの斜引張破壊耐力についても寸法が大きくなるほど耐力が低下することが知られているが、この原因は主として粗骨材の配合の影響によるものと考えられてきた⁽¹⁾。すなわち、同一配合のコンクリートであれば相対的に小断面のはりの場合の方が粗骨材の最大寸法が大きくなるために粗骨材によるクラックアラレスト効果が大きいものと考えられた。しかしながら粗骨材の最大寸法や鉄筋の直径を相似にした供試体を用いた実験においても寸法の影響を取り除くことができないことが報告されている⁽²⁾。鉄筋コンクリート部材の斜引張破壊耐力が部材の寸法の影響を受けることは大型構造物のせん断耐力において極めて重大なことである。また、現在まで寸法効果の原因として粗骨材の最大寸法の他には全く取上げられていない。そこで本研究ではこの原因として、今まで全く考慮されていなかったコンクリートの表面と内部との乾燥収縮差、およびコンクリートのブリージングによる粗骨材下面の脆弱化をとりあげ、これによる影響を実験により検討することにした。

2. 乾燥が無筋コンクリートはりの曲げ強度に及ぼす影響 乾燥収縮差がコンクリートの強度に及ぼす影響を基礎的に把握する目的で無筋コンクリートはりの乾燥による曲げ強度の変化を実験により求めた。供試体の寸法は幅 5 cm、高さ 10 cm、スパン 35 cm でせん断スパンを 15 cm とし対称 2 点荷重を作用させた。配合は $w/c = 0.6$ のセメントペースト、モルタル、コンクリートとし、モルタルは $C : S = 1 : 2$ 、コンクリートは $C : S : G = 1 : 2 : 3$ とした。セメントは早強セメントを用いて、いずれの供試体も 20 °C の水中で 14 日養生した。一部の供試体は養生後 20 °C で湿度 80 % の恒温室に放置乾燥させた。図-1 の実験結果に示すように湿潤状態で試験したものはセメントペーストが最も大きな曲げ強度を示すが、セメントペーストの場合は 8 時間の乾燥で約 $1/4$ に低下し、3 日乾燥後には $1/10$ 以下になった。モルタルの場合は 2 日乾燥後に曲げ強度は約 70 % に低下した。コンクリートの場合は 2 日乾燥後に曲げ強度は約 80 % に低下した。以上の実験結果より、曲げ強度は乾燥の影響を受けやすく、特にセメントペーストにその影響の大きいことが示された。

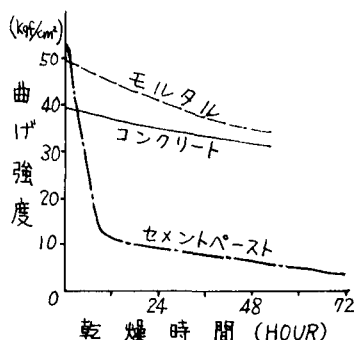


図-1 無筋はりの乾燥による曲げ強度への影響

3. 乾燥が鉄筋コンクリートはりの斜引張破壊耐力に及ぼす影響 乾燥が鉄筋コンクリートはりの斜引張破壊耐力に及ぼす影響を実験により求めた。供試体の寸法は幅 5 cm、高さ 10 cm、有効高さ 8.5 cm、主鉄筋 $D 6 \times 2$ (SD 30)、スパン 60 cm でせん断スパンを 24 cm とし対称 2 点荷重を作用させた。配合は $w/c = 0.6$ とし、モルタル A は $C : S = 1 : 2$ 、モルタル B は $C : S = 1 : 2.5$ 、モルタル C は $C : S = 1 : 3$ 、コンクリートは $C : S : G = 1 : 2 : 3$ とした。セメントは早強セメントを用いて、いずれの供試体も 20 °C の水中で 14 日養生した。一部の供試体は養生後 20 °C で湿度 80 % の恒温室に放置乾燥させた。図-2 に実験結果を示す。鉄筋セメントペーストはりでは、14 日乾燥で斜引張破壊耐力は湿潤時の 30 % に低下した。鉄筋モルタルはりでは、3 日乾燥で斜引張破壊耐力は湿潤時より、それぞれ A の場合 72 % に低下、B の場合 81 % に低下、C の

場合 94% に低下した。このように単位水量が大きいほど 3 日乾燥による斜引張破壊耐力の低下が大きいことが判明した。しかしながら、14 日乾燥の B はりの斜引張破壊耐力は湿潤時と同程度にまで回復した。この原因は材令が大きくなつたためにコンクリートの強度が上昇したこと、乾燥が一樣化して乾燥収縮による応力が小さくなったことなどが考えられる。一方、鉄筋コンクリートはりでは、乾燥による斜引張破壊耐力への影響は明確には認められなかった。これは、この場合の供試体寸法が極めて小さかつたことによるものと思われる。なお、鉄筋セメントペーストはりおよび鉄筋モルタルはりの載荷実験では、斜めひびわれが発生しても図-3 のように断面の上端に達することなくタイドアーチ機構を形成し、再び耐力が上昇する場合が見られた。このように斜めひびわれの入りかたによっても斜引張破壊耐力が大きく影響をうけるためにはりの斜引張破壊耐力を定量的に評価することは容易でないと思われる。

4. ブリージングによる斜引張破壊耐力への影響 コンクリートのブリージングによって生じる粗骨材下面の脆弱化による鉄筋コンクリートはりの斜引張破壊耐力への影響を調べる目的で、型枠へのコンクリートの打ち込み方向を変えて鉄筋コンクリートはりを作製して載荷実験を行なった。前述の寸法の小型鉄筋コンクリートはり（最大粗骨材寸法 15 mm）の場合はコンクリートの打ち込み方向による斜引張破壊耐力の差は小さかつた。しかし、このはりに相似な 3 倍の大きさの中型鉄筋コンクリートはり（最大粗骨材寸法 25 mm）ではコンクリートの打ち込み方向と載荷方向を逆にした場合に約 10% の斜引張破壊耐力の低下が見られた。さらに寸法が大きくなれば、コンクリートのブリージングにより生じる粗骨材下面の脆弱化により、斜引張破壊耐力の低下がより大きくなると思われる。

なお、斜引張破壊耐力に及ぼす寸法の影響を見るために、実験により求めた平均斜引張破壊耐力と CEB-FIP Model Code⁽³⁾ による斜引張破壊強度曲線とを図-4 に示した。

5. おわりに 鉄筋コンクリートはりの斜引張破壊耐力に及ぼす要

因としては上に掲げた事柄の他に鉄筋比や鉄筋径、セメント水和熱による内部応力の状態、等が含まれる。本研究において試行錯誤的に実験を行なった結果、硬化体の乾燥収縮およびコンクリートの打ち込み時の材料分離の影響がはりのせん断耐力の寸法効果の要因となり得ることが示されたが、限られた供試体数と斜めひびわれの進展の多様性などのためにこれらを定量的に表現するには至らなかつた。実用的な観点に立てば、部材の寸法が大きくなると上述のようなコンクリート固有の材料的問題が顕著になることが考えられ、大型部材のコンクリートに斜引張強度を期待するには慎重な配慮が必要であると思われる。

参考文献 (1) Taylor, H.P.J.: Investigation of the forces carried across cracks in reinforced concrete beams in shear by interlock of aggregate. London, Cement and Concrete Association, Technical Report 447, Nov. 1970.

(2) P.S.Chana: Some aspects of modelling the behavior of reinforced concrete under shear loading, Cement and Concrete Association, Technical Report 543, July 1980.

(3) CEB-FIP Model Code, 3rd Edition 1978.

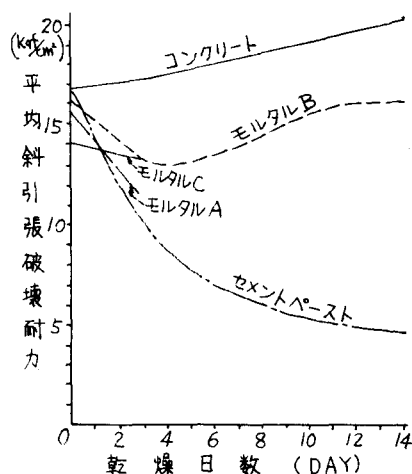


図-2 RC はりの乾燥による斜引張破壊耐力への影響

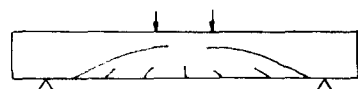


図-3 タイドアーチ機構を形成する斜めひびわれ図

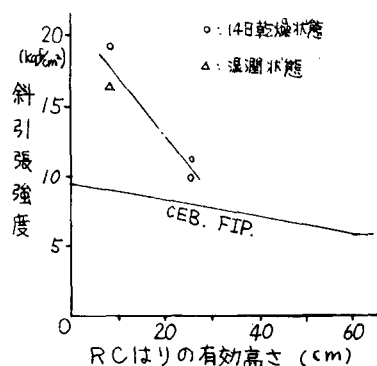


図-4 RC はりの有効高さによる斜引張破壊耐力の変化