

V-347

コンクリートの引張強度の寸法効果

岐阜大学工学部 学生員 Nguyen Van Loi

岐阜大学工学部 正会員 内田裕市

岐阜大学工学部 正会員 六郷恵哲

岐阜大学工学部 正会員 小柳 治

1. まえがき

最近、コンクリートの強度の寸法効果に関する関心が高まっており、特にそのメカニズムの解明が研究テーマの一つとなっている。しかしながら、寸法効果に関する実験データは比較的少なく、特に1軸引張強度については、その試験の困難さのために実験データが極めて少ないのが実状である。そこで、ここではコンクリートの引張強度の寸法効果に関する実験データを得ることを目的に行った1軸引張試験の結果について報告する。

2. 実験方法

コンクリートの1軸引張試験で問題になるのは、試験機あるいは載荷治具と供試体との接続、荷重の偏心の防止、および破断位置の制御(試験区間内で破断させること)である。これらの問題を克服する最も簡単な方法として、本実験では図-1に示すような両引き供試体による引張試験を行うこととした。供試体に埋め込む鋼材としてPC鋼棒を用いることで、載荷治具との接続にナットが使用でき、載荷時に荷重の軸線が一直線となるために、荷重の偏心が生じ難い。破断位置を制御するために、本実験では供試体中央断面の両側面に半円形の切込みを設けた。当然のことながら、切込み部では応力集中が生じるため断面内の引張応力分布は一様とならず、理想的な1軸引張強度は得られないと考えられる。しかしながら、切込みの寸法を供試体寸法に比例させれば、供試体寸法が異なる場合でも応力集中の度合いは同じとなり(ただし、応力勾配は異なる)、強度の寸法効果を検討する上では問題はないと考えた。

供試体寸法は、基準寸法 d として断面の1辺の長さを取り、 $d=10, 20, 40\text{cm}$ の3種類とした。また、PC鋼棒は基準寸法 $d=10, 20, 40\text{cm}$ に対して、それぞれ $\phi=11, 23, 40\text{mm}$ (公称径)のものを使用することで、ほぼ試験体寸法に比例させるようにした。コンクリートは最大骨材寸法 15mm の生コンを使用し、載荷試験時材令における圧縮強度、割裂強度および曲げ強度は、それぞれ $369, 30.5, \text{および } 52.0\text{ kgf/cm}^2$ であった。供試体数は、それぞれ4体とした。載荷試験では、 $d=10\text{cm}$ 供試体については万能試験機を用い、 $d=20, 40\text{cm}$ 供試体については鋼製フレームおよび手動油圧ジャッキを用いた。試験時には、引張荷重ならびに供試体中央断面位置の鋼材のひずみを計測した。なお、試験はすべて湿潤に近い状態で行った。

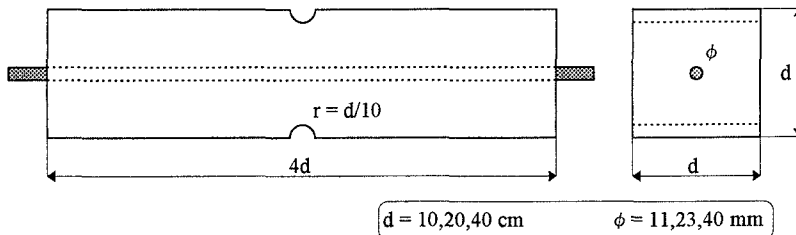


図-1 供試体の形状・寸法

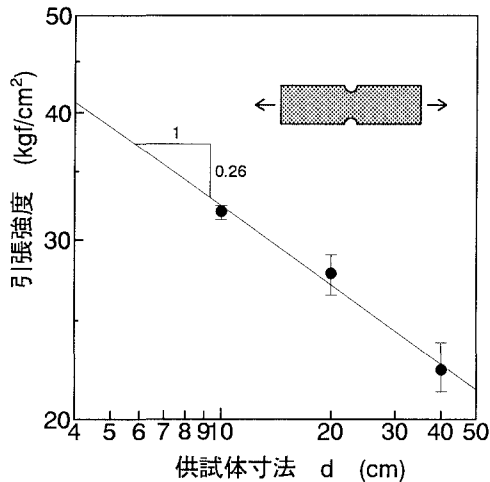


図-2 試験結果

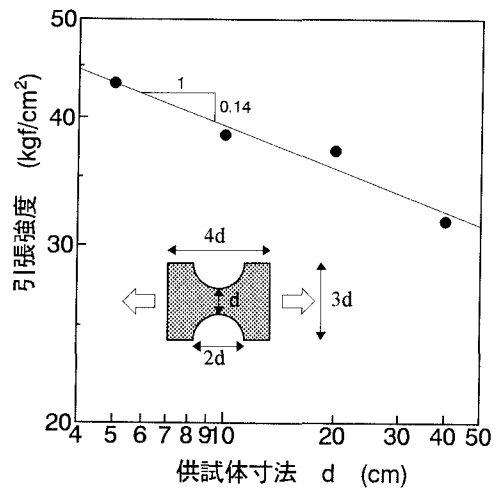


図-3 Carpinteri 等の結果

3. 試験結果

図-2 に試験結果を示す。なお、引張強度は鋼材の分担力を差し引いた引張荷重を供試体中央断面のコンクリートの断面積で除したものである。本実験では、引張強度は供試体寸法のほぼ $1/4$ 乗に反比例するという結果となった。この結果は長谷川等[1]による割裂強度の寸法効果(直径 $10\sim 50\text{cm}$ の範囲で直径の $1/3$ 乗に反比例)に比べると強度低下の度合いが小さく、また吉井等[2]による 1 軸引張強度の寸法効果(直径 $30\sim 140\text{cm}$ の範囲で直径の $1/8$ 乗に反比例)に比べると、強度低下の度合いが大きい。一方、Carpinteri 等は、図-3 に示すような切込みの大きい供試体による引張強度の寸法効果に関する実験を行い、引張強度が寸法の $0.14(=1/7)$ 乗に反比例するという結果を報告している。ただし、Carpinteri 等の実験では供試体の厚さが 100mm で一定とされており、もし供試体厚さ方向にも幅方向と同じ寸法効果があると仮定すれば、強度低下の度合いは大きくなり本実験の結果に近づくことになる。

4. まとめ

本実験ではコンクリートの引張強度は供試体寸法のほぼ $1/4$ 乗に反比例するという結果を得た。しかしながら、現状では 1 軸引張強度の寸法効果に関する実験データは極めて少なく、定性的な議論の範囲を脱していないように思われる。今後、実験データの蓄積と理論的な寸法効果のメカニズムの解明が望まれる。

【参考文献】

- [1] 長谷川俊昭, 塩屋俊幸, 岡田武二: コンクリートのひびわれと寸法効果—大型コンクリート円柱供試体の割裂引張強度—, セメント・コンクリート, No.474, pp.6-20, 1986.
- [2] 吉井幸男, 原夏生: コンクリートの引張強度の寸法効果を設計に取り入れた一例—鉄塔深礎基礎における主脚材の引抜け耐力算定式—, コンクリートの力学特性に関するワークショップ[話題提供および討議], コンクリート技術シリーズ, 土木学会, pp.41-46, 1993.
- [3] A.Carpinteri and G. Ferro: Apparent Tensile Strength and Fictitious Fracture Energy of Concrete: A Fractal Geometry Approach to Related Size Effects, Fracture and Damage of Concrete and Rock, Ed. H.P. Rossmanith, FDCR-2, E&FN Spon, pp.86-94, 1992.