

V-250

コンクリートの純引張に用いる剛性試験装置の試作

九州大学工学部 ○学生員 友田 博 九州大学工学部 正 員 阪本好史
 九州大学工学部 正 員 牧角龍憲 九州大学工学部 古賀源象
 ㈱ 奥 村 組 橋口堅治

1. まえがき

コンクリート構造物には数多くの種類のひびわれが発生する。その中には断面を貫通するようなひびわれもあり、構造物の耐久性あるいは水密性を確保するためにはひびわれの発生機構に基づいた適切な対策を講じる必要がある。断面を貫通するひびわれの発生及び伝播の性状を明らかにする際、ひびわれ進展を制御しつつその性状を観察することが可能ならば種々の検討が行える。そこで本研究では、純引張試験時においてもひびわれ進展を制御して、供試体が瞬時に破断せず応力-ひずみ曲線の下降域の存在を確かめることができ、ひびわれ進展の様子を観察できるような剛性引張試験機の作製を試みた。

2. 実験概要

剛性引張試験はコンクリートなどの供試体の周囲に配置した剛性の高い鋼材などと一緒に引張する方法で、コンクリートの引張耐力が低下したときに周囲の鋼棒に荷重を分散させることによって供試体の瞬時破断を防ごうとするものである。また、その際には載荷速度を小さくして、供試体のひずみ速度を小さくすることが必要となる。今回の実験においては鋼板(300×300×50mm)と鋼棒(φ30×500mm×8本)を用いかご状に作製したものの内部に供試体とロードセルをエポキシ樹脂系接着剤で取り付け、それを100t万能試験機のカrossヘッドのチャックに取り付けて引張試験を行った(図-1及び写真-1参照)。供試体の形状は図-2に示すように、中央部で破断するようにくびれをほどこした。ひずみの測定は60mmゲージ(PL-60)を供試体の両側面に貼付し、荷重-ひずみ曲線をX-Yレコーダーを使用して描かせるようにした。他のゲージは引張時に偏心荷重がかからないかどうかを調べるのに使用した。また周囲の鋼棒のひずみも試験中に測定し、偏心荷重に注意した。供試体の配合は表-1に示すように今回の実験では供試体のサイズが小さいために粗骨材を15mm以内とした。また、引張試験と同時に圧縮試験、割裂試験を行い強度の比較を行った。

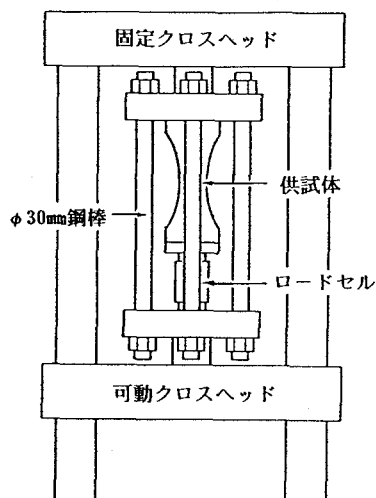


図-1 剛性引張試験装置概略図

表-1 供試体の配合表

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量 (kgf/m ³)				
					W	C	S	G	混和剤 (cc)
15	8	4	40	49	198	495	763	914	1250

表-2 強度比較表 (kgf/cm²)

	圧縮強度	割裂試験による引張強度	直接引張試験による引張強度
1	522.3	42.4	32.0
2	425.0	41.1	33.3
3	502.5	40.9	34.0
平均	483.3	41.5	33.1

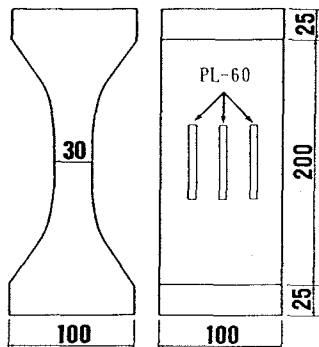


図-2 供試体形状及び寸法

3. 実験結果及び考察

実験結果のグラフを図-3に示す。今回の実験で供試体が瞬時に破断することを防ぐことで、純引張試験時における応力-ひずみ曲線の下降域を描くことが可能になったと考えられる。得られたグラフからの性状、または実験中の詳細な状況を以下に述べる。

- (1) ・ひずみが 150×10^{-6} 前後まで応力とひずみは比例関係で表され、引張時の弾性係数は圧縮時のものと同じと考えられる。
- ・応力のピーク辺りで曲線の傾きは鈍くなり、降下を始める。その際、頂点近くのひずみの伸びと応力の減少が急激なことが圧縮時と異なる。
- ・応力の減少はひずみが 1000×10^{-6} あたりで緩やかになる。
- ・載荷をそのまま継続すると、荷重は緩やかに低下し、ひずみは $2000 \sim 3000 \times 10^{-6}$ まで増加する。

- (2) ひびわれ発生の様子は、ロードセルを取り付けた状態では応力-ひずみ曲線の頂点を過ぎた辺りでひびわれが発生すると供試体を瞬時に一周する。そのため、ひびわれ伝播の様子を観察するにはいたらなかった。この原因としては供試体とロードセルの接続部の剛性が小さく、載荷時に伸びが生じその反力のために、瞬時に伝播するひびわれが発生したと考えられる。本試験の前に供試体のみを引張した場合には、ひびわれはごく微小な幅と長さで数カ所に発生しそれぞれに進展し一本に連結するのが観察出来た。ロードセルと供試体の接続部の剛性を高めることが課題として挙げられる。

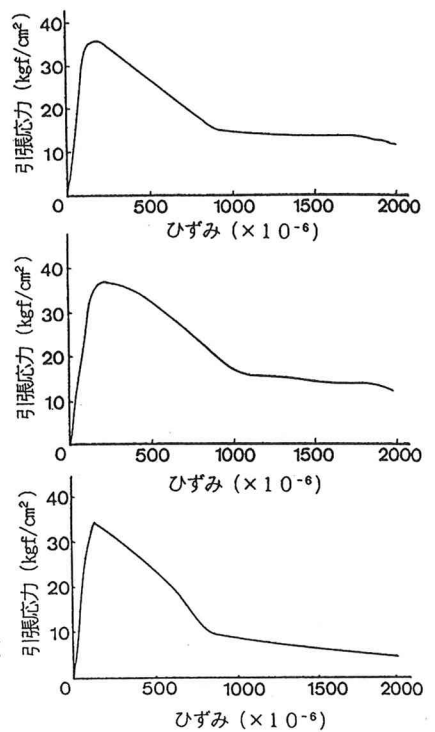


図-3 応力-ひずみ曲線

4. まとめ

今回の実験においては、そのひびわれの伝播を観察できるように試験装置の改良を続けた。その一連の実験の結果から剛性引張試験を行うに当たり、以下に述べる条件を満たすことが必要であると確認できた。

- ・供試体を引張する際に、その引張ひずみ速度を可能な限り小さくすること。(今回の実験ではひずみ速度を $20 \times 10^{-6}/\text{min}$ 以下に抑えた)
- ・供試体周囲に配置した荷重分担を受け持つ鋼棒の断面積を大きくし、供試体の剛度($E_c \cdot A_c$)と鋼棒の剛度($E_s \cdot A_s$)の比を出来るだけ小さくする。今回の実験においては $E_c A_c = 90 \times 10^5 \text{ kgf}$ 、 $E_s A_s = 1187 \times 10^5 \text{ kgf}$ より、 $E_c A_c : E_s A_s = 1 : 13.2$ とした。
- ・供試体を取り付ける鋼板にたわみが生じないよう十分な厚さと、荷重測定のために取り付けたロードセルとの接続部に伸びが生じない剛性を高める。

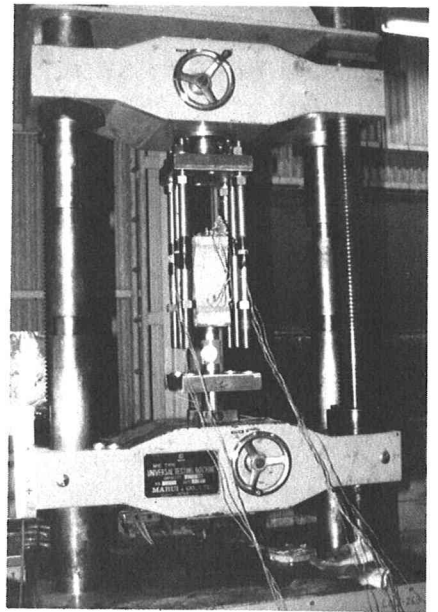


写真-1 試験装置全景

参考文献: Evans, R. H., and Marathe, M. S. (1968). "Microcracking and stress-strain curves for concrete in tension." *Materials and Structures, RILEM* 1, 61-64