

フンクリートの引張破壊機構の比較

山口大学 正会員

吉本 彰

〇 " 長谷川 博

" 兼行 啓治

1. まえがき

フンクリートの純引張試験法には種々の問題点があるため、引張強度の試験には主として圧裂、曲げの間接的方法が用いられている。著者らは昨年度、純引張試験用供試体の開発に成功したので、この機会に純引張、圧裂引張および曲げ引張におけるフンクリートの破壊機構の比較を試みた。

2. 実験方法

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材および粗骨材には安山岩の砕砂(FM=3.46, 比重=2.65)と砕石(<25mm, 比重=2.71)を用いた。フンクリートの配合はセメント:細骨材:粗骨材=1:2.57:2.43, W/C=0.59, 単位セメント量=356 kg/m³であり、スランプ値は2~2.5 cmである。モルタルの配合はフンクリート中のモルタルマトリックスの配合と等しくした。供試体としては図-1に示すように純引張試験用供試体(a)と圧裂試験用供試体(b) および曲げ引張試験用供試体(c)の3種類を作製した。打込の翌日脱型、材令28日まで水中養生し、直ちに試験を行なった。本報告には必ずみの測定結果を引用するが、これは昨年度実施したもので、供試体は28日以後室内に保存し材令90~120日で試験に供した。

3. 実験結果

強度試験の結果を表-1に示す。試験後、供試体の破断面の粗骨材(5mm以上のもの)について破断したものと剥離したものの面積の割合を求めた。その結果を表-2に示す。

4. 純引張における破壊

表-1によるとフンクリートの純引張強度はモルタルのそれより小さい。これから粗骨材がフンクリート破壊における引金の役割を果たしていることが分る。Hsuらは粗骨材とモルタルとの付着力はモルタルの引張強度より小さいことを明らかにしている。フンクリートが純引張力を受ける場合には、まず、ボンドクラックが発生するであろう。クラックを発生した横断面では有効面積を減少するが、この際、フンクリートにかなりの応力が発生しておれば、有効部分はその負担の増加に耐えられなくなり瞬時に破壊がおこるであろう。この場合、粗骨材が破断する可能性は小さい。

5. 圧裂引張における破壊

圧裂試験では破断の生ずる位置が載荷面付近に限定されているので、この部分に粗骨材が存在すると骨材の破断を伴うことになる。(図-2参照)表-2をみると純引張の場合に比べ、破断面積の割合が大幅に増加しており、この推測の正しいことを示している。

このように粗骨材が破断に抵抗すれば圧裂強度は純引張の場合より大きくなる筈である。ところが、表-1によるとフンクリートの強度は純引張も圧裂

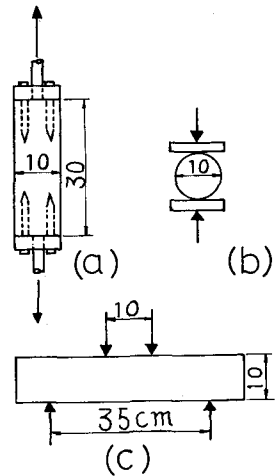


図-1

表-1 強度の比較(材令28日)

試験種別	強度 (kg/cm ²)	
	フンクリート	モルタル
純引張	30.8	39.6
圧裂	30.3	30.8
曲げ	51.8	

表-2 粗骨材の破断と剥離(材令28日)

試験種別	破断面積・剥離面積
純引張	1 : 4.07
圧裂	1 : 2.03
曲げ	1 : 2.51

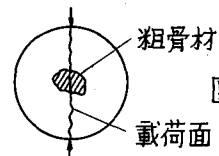


図-2

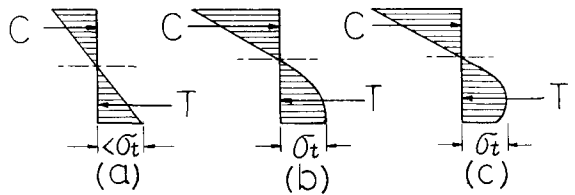
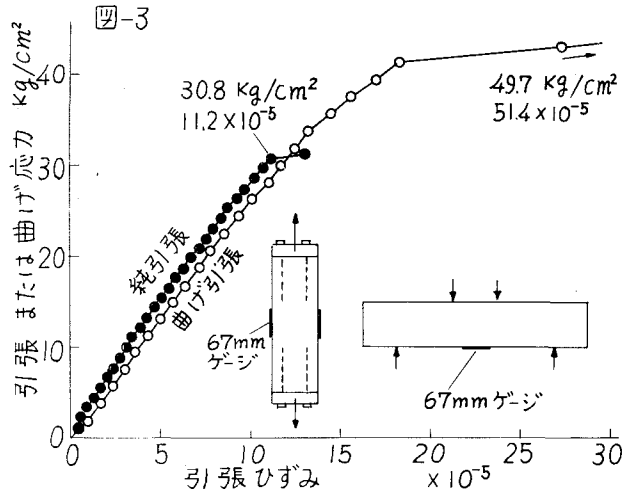
もほとんど同じである。これは、町田³⁾が明らかにしているように、圧裂の場合は2軸応力状態にあるため、真の引張強度よりも低い値がえられたためであろう。表-1において粗骨材の存在しないモルタルで圧裂強度が純引張に比べて $(39.6-30.8) \div 39.6 = 22\%$ 程度低下しているのは、この推測の妥当性を示すものといえよう。

6 曲げ引張における破壊

曲げ強度が純引張強度より大きいのは周知の事実であるが簡単に説明を加えておこう。図-3の純引張供試体はひずみ 11.2×10^{-5} に達したのち突然ひずみが増大して破壊している。

11.2×10^{-5} でボンドクラックが発生し、有効面積が減少したためであろう。曲げ引張においても、ひずみが 11.2×10^{-5} に達するとやはりボンドクラックが発生するであろう。ところが応力-ひずみ線図をみる限り はりは健全で、その後も荷重の増加に耐えている。これはつぎのように考えれば説明がつく、はりの引張面のひずみが 11.2×10^{-5} 以下の場合、応力分布は図-4 (a) の状態にある。 11.2×10^{-5} をこえると引張面に破壊が生じ、この部分の応力は増大しないが、内部応力が増大して (b) または (c) の状態になるので、外力の増加に抵抗することができる。

図-1 (c) のような2点荷重の場合 はり長さの中央 10 cm の部分では一様な引張応力が発生している。このうちの最も弱い部分にボンドクラックが発生し、これから破壊が進行して



(a) : 緑繊維の破壊前, σ_t : 純引張における破壊開始時の応力(図-3の場合は 30.8 kg/cm^2)
(b) (c): " 後

図-4

ゆくとすれば、その破壊機構は圧裂よりはむしろ純引張に近いように思われる。ところが表-2をみると、粗骨材の破断割合は意外に大きく、圧裂に似た数字がえられている。この理由について考えてみよう。図-5は、はり高さ方向のひずみ分布を調べた結果の一部である。引張線ひずみが 11.2×10^{-5} より小さいうち、ひずみ分布は直線である。 11.2×10^{-5} をこえると引張面近くでひずみが大きく現われ、直線ではなくなる。はりが曲がるためには縦ひずみは中立軸からの距離に比例していなければならない。上述のように、ある断面で引張面近くのひずみが異常に大きくなると、隣接断面の引張面近くのひずみはその分だけ小さくならねばならない。したがって、隣接断面で破断が生ずる可能性はないと考えてよい。すなわち、はりでは、引張面に異常な伸びが現われた時点で破断面の位置が決まってしまう。破断位置が予め限定された状態で破壊が進行するために、はりでは骨材の破断割合が大きく現われるのである。

引用文献 1) 吉本, 長谷川, 兼行, 白上, セメント技術年報 32 (1978) PP. 231~234 2) Hsu and Slate, J. ACI Apr. 1963, PP. 465~486 3) 町田, 土木学会論文報告集 Nov. 1978, PP. 99~112

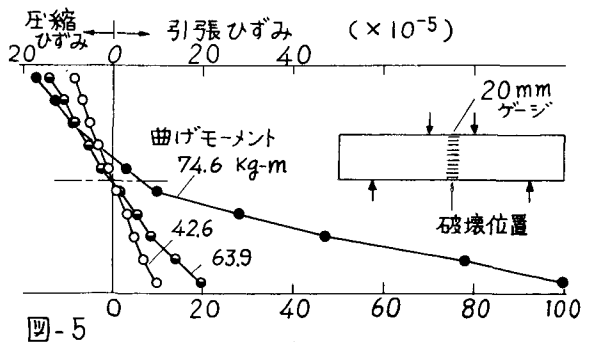


図-5