

防衛大学校土木工学教室 正会員 加藤 清 志

1. まえがき

コンクリートの応力-ひずみ曲線上の非直線の挙動は、微小ひびわれの潜在および発生・成長に依存することが実験的にも確認されている。微小ひびわれのうち、とくに付着ひびわれの成因¹⁾とその発生下限応力レベル²⁾などについてはすでに報告した。本報告ではそれらの諸現象を踏まえて、骨材粒径効果およびコンクリート構成成分要素の物理常数が付着ひびわれ発生応力レベルに及ぼす影響度について論じた。

2. 付着ひびわれと粒径および物理常数

1) 粒径効果に関するモデル・テスト 理想化した球状骨材の弾性マトリクス中での応力式に、球体の赤道部分に付着ひびわれが発生するものとして、付着ひびわれ長さを導入し、これを成長させるに要する単純圧縮応力場では“一定の付着ひびわれ長さに進展させるためには、応力レベルを粒径の減少とともに指数関数的に高める必要がある。”ことを指摘した¹⁾。ここでは一定断面 ($2.54 \times 2.54 \text{ mm}$) に占める界面長さ (粒径の関数で与えられる) と、見掛けの付着強度との関係を求めた。なお、曲げ付着強度は付着面積の増大とともに対数的に減少することがわかっている³⁾。

引張供試体は ASTM C 190-63 に規定されるブリケット連続型わくに、図-1に示す鋼製骨材モデル (材質 450, 7種 各3個) を装入し、かつ、普通ポルトランドセメントを使用した水セメント比 35% のペーストを 間げきに詰め、V-B コンシストメーターの振動台で締め固めた。材令7日での見掛けの付着強度 S_b と付着面積 A_b との関係を、図-2に示す。この範囲の付着面積に対しては、 A_b の増大とともに S_b は (1) 式の関係で増大する。また、図-3に示す単純引張応力状態でペーストの引張破

$$S_b = -3.427 + 3.027 A_b (\text{kg/cm}^2, \text{ 相関係数 } r = 0.982) \quad (1)$$

壊が生じることなく、界面で付着ひびわれの発生する条件は、 S_p をペーストの引張強度とすると、

$$\widehat{AB} \cdot S_b < \overline{AB} \cdot S_p, \quad S_b/S_p < \frac{\xi}{\tan^{-1}(\xi/\sqrt{1-\xi^2})} \quad (\xi = 0.5b/R) \quad (2)$$

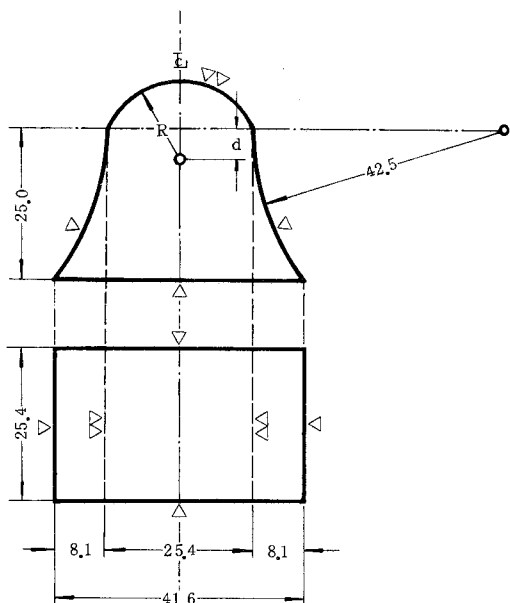
(付着強度)/(ペースト引張強度)比と骨材モデルの曲率との関係、および付着ひびわれ発生領域を図-4に示す。一定の引張強度を維持するには、骨材粒子の曲率が増大するほど見掛けの付着強度が小さくともよいことになる。とくに、曲率が0.7以上では S_b/S_p 比は対数的に減少する。この事実は前述の“付着ひびわれ長さと応力レベルとの関係”を止揚するものである。なお、界面がV字の場合には (2) 式は余弦で与えられる⁴⁾。

2) 付着ひびわれと物理常数 普通コンクリートで、モルタルマトリクスと天然骨材の弾性係数・ポアソン比が付着ひびわれ発生に寄与することは前報²⁾のとおりである。ここでは人工軽量骨材を用いた場合について述べる。

造粒型軽量骨材から切り出した立方体試料 (辺長 $9.4 \times 12.5 \text{ mm}$) の応力-ひずみ・ポアソン比曲線を求めた。強度は約 $250 \sim 450 \text{ kg/cm}^2$ 、弾性係数も $51 \sim 225 \text{ ton/cm}^2$ と分散した。

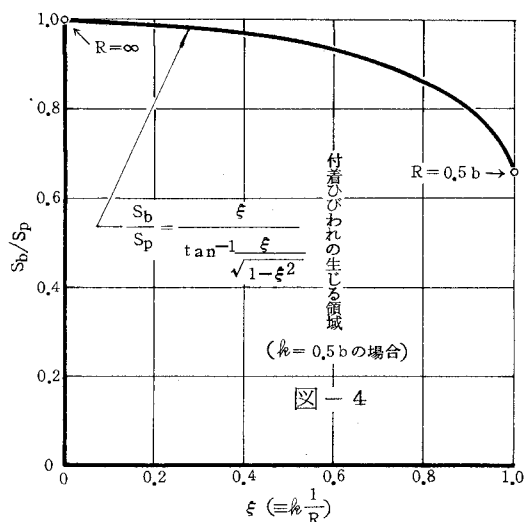
この例では、終局強度近くで $E_2 = 135 \text{ ton/cm}^2$ 、 $\nu_2 = 0.44$ である。モルタルマトリクス $E_1 = 150 \sim 200 \text{ ton/cm}^2$ 。したがって、 $k = 1.11 \sim 1.48$ 。図-5²⁾より、付着ひびわれ下限応力レベルは

$T_c^*/\sigma_{cB} = 0.74 \sim 0.76$ 約75% となり、きわめて高い応力レベルで付着ひびわれが開始することになる。このような事実から、軽量骨材コンクリートの変形挙動には見掛け上の非直線区間が、普通コンクリートに比較してきわめて小さいことが理解できる。



	タイプ						
	A	B	C	D	E	F	G
R	12.7	12.8	13.7	14.3	17.8	28.4	∞
d	0	1.6	5.1	6.5	12.5	25.4	∞

図-1 骨材モデル寸法図 (単位 mm)



3. あとがき

本研究を行なうに当たり、防衛大学校土木工学教室 荻野雪男技官の助力を受けた。謝意を表する。

4. 参考文献

- 1) 加藤清志：付着微小ひびわれと骨材粒径に関する基礎的研究，28回年講，5，48.10，pp. 14-15.
- 2) 同上：同上 (その2)，1回関東支年講，49.5，pp. 383-384.
- 3) Alexander, K. M., and Wardlaw, J.: Dependence of Cement Aggregate Bond-Strength on Size of Aggregate, Nature, Vol. 187, July 1960, pp. 230-231.
- 4) Alexander, K. M.: Strength of Cement-Aggregate Bond, ACI Journal, V. 31, No. 5, Nov. 1959, pp. 377-390.

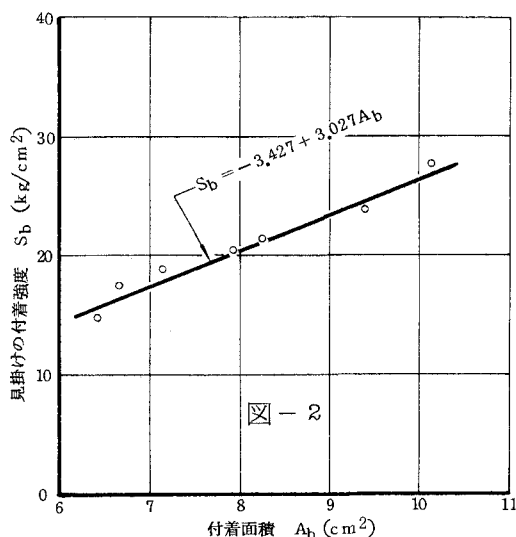


図-2

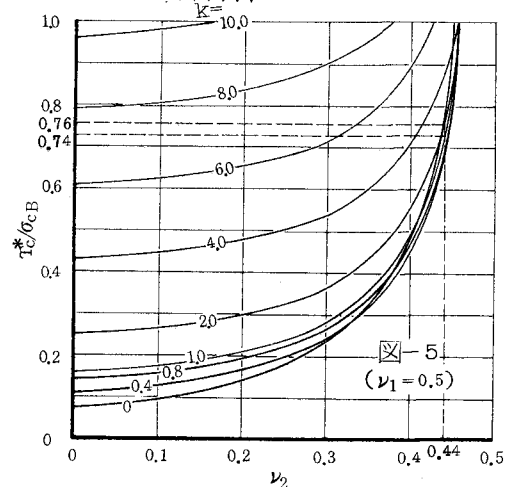
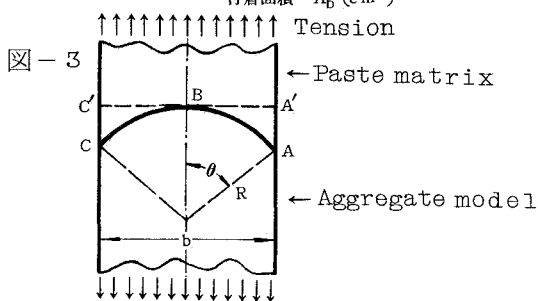


図-5
(ν₁ = 0.5)