

V-19 レジンコンクリートの強度における寸法効果

岐阜大学 学生会員 ○ NGUYEN VAN LOI（グエン バン ロイ）
 ” 正会員 内田 裕市 六郷 恵哲 小柳 洽
 サンレック 正会員 大島 光晴

1. はじめに

セメントコンクリートでは、部材寸法の増大にともなって見かけの強度が低下する現象、いわゆる寸法効果が存在することが知られている。本研究は、構造材料としてのレジンコンクリートの割裂引張強度試験および曲げ強度試験を行い、実験的に寸法効果について検討するとともに、レジンコンクリートの曲げ強度の寸法効果に適合する推定式を検討した結果を述べる。

2. 実験概要

表-1 レジンコンクリートの配合

タイプ	質量比				
	樹脂	収縮低減剤	砂利	砂	充填剤
収縮	1	0	4.44	1.8	1.8
無収縮	1	0.33	6.0	2.46	2.46

レジンコンクリートは収縮タイプと無収縮タイプの2種類とした。樹脂タイプとして、収縮タイプには不飽和ポリエステル樹脂を用い、無収縮タイプには不飽和ポリエステル樹脂に収縮低減剤としてポリスチレンを混合したものを用いた。粗骨材(M.S.=10mm)、

細骨材(F.M.=1.6)、充填材(炭カル)は乾燥状態のものを用いた。それらの配合を表-1に示す。なお、触媒としてはMEKPOを、促進剤としてはナフテン酸コバルトをそれぞれ2.4phrを用いた。練り混ぜは強制攪拌式のミキサーで3～5分間行った。強度の寸法効果を調べるために、割裂引張試験用には厚さを5cmと固定し、直径を変化させた6種類(φ4, φ6.5, φ10, φ15, φ20, φ30cm)の円板型の供試体(以下、直径をシリーズ名とする)を2種類の樹脂タイプ別に作成した。曲げ試験用には、はり高さを変化させた4種類(4×4×16, 6×6×24, 10×10×40, 20×20×80cm)の角柱試験体(以下、辺長をシリーズ名とする)を2種類の樹脂タイプ別に作成した。

割裂引張強度試験では実験前に厚さを測定した。載荷速度は約2～3分で最大載荷重に達するようにした。実験は一定温度で行った。

曲げ強度試験は、スパンを辺長の3倍とする三等分点載荷試験とした。

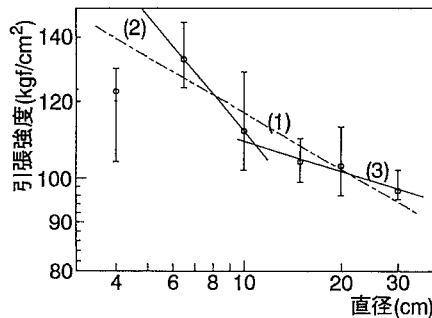
3. 結果と考察

各種強度試験の結果を表-2に示す。ここで圧縮強度および曲げ強度はそれぞれ10φ20cmおよび6×6×24cmの供試体から求めたものであり、引張強度は寸法の異なる各供試体の平均値から求めた。収縮タイプの曲げ強度、圧縮強度、引張強度は無収縮タイプのそれぞれの強度と比べて約10%大きい値となった。

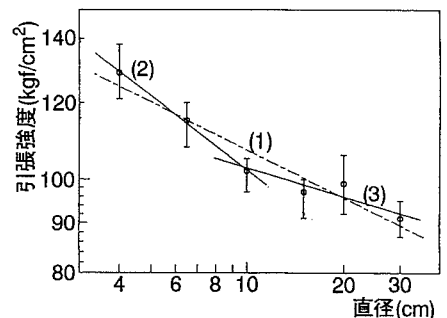
表-2 RECの各種強度

強度 kgf/cm ²	収縮 タイプ	無収縮 タイプ
圧縮	1384	1227
曲げ	273	252
引張	112	106

各種強度試験の結果を表-2に示す。ここで圧縮強度および曲げ強度はそれぞれ10φ20cmおよび6×6×24cmの供試体から求めたものであり、引張強度は寸法の異なる各供試体の平均値から求めた。収縮タイプの曲げ強度、圧縮強度、引張強度は無収縮タイプのそれぞれの強度と比べて約10%大きい値となった。



(a) 収縮タイプ



(b) 無収縮タイプ

図-1 引張強度における寸法効果

両タイプとも曲げ強度は圧縮強度の約1/5、引張強度は圧縮強度の約1/12である。なお、弾性係数は、いずれも $2.9 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ であった。

a) 引張強度試験結果

収縮タイプの場合の引張強度は無収縮タイプのものよりいずれも大きく、とくに供試体寸法の小さい場合にはその差が大きい。図-1に直径 D と引張強度 f_t を標準偏差とともに両対数グラフで示す。引張強度と直径の関係をひとつの直線で近似すると一点鎖線（直線(1)）となる。この場合は直線の勾配は、収縮タイプでは直径の $-1/5$ 乗に比例し、無収縮タイプでは $-1/5.8$ 乗に比例する。しかし、両タイプともに直径10cmを境にして、直径が小さい場合には勾配が大きく、直径が大きい場合は勾配がゆるやかな2本の直線で近似する方がより実験結果に近い。なお、破壊のパターンは両者で若干異なった。

b) 曲げ強度試験結果

収縮タイプの場合の曲げ強度は無収縮タイプのものよりやや大きい、寸法が大きな場合はその差は顕著ではない。図-2ははり高さ d と曲げ強度 f_r を両対数グラフにプロットしたものである。曲げ強度とはり高さの関係を一つの直線で近似すると直線(1)となり、収縮タイプの曲げ強度の近似曲線の勾配ははり高さの $-1/3.8$ 乗に比例し、無収縮のものは $-1/4.5$ 乗に比例する。図-2 曲げ強度における寸法効果
しかしながら、曲げ強度ははり高さが20cmのものが両タイプとも他に比べて低いため、この実験の範囲では、はり高さ10cmを境にして二本の直線で表す方が実験結果とよく一致するようにも見える。

従来の研究によると普通コンクリートでは f_r は d のほぼ $-1/7$ 乗に比例して減少するという結果がある。従って、全体を一つの直線で近似すれば、レジンコンクリートにおける曲げ強度の寸法効果は普通コンクリート比べて大きくなる。

普通コンクリートに対する寸法効果を考慮した曲げ強度の推定式は以下のようである⁽¹⁾。

$$f_r/f_t = 1 + [1 / \{ \alpha + \beta (d / l_{ch}) \}]$$

ここに $l_{ch} = E_c \cdot G_F / f_t^2$ (E_c は弾性係数、 G_F は破壊エネルギー) α , β は定数、 d ははり高さである。

ここで、この解析結果を $G_F = 0.272 \text{ kgf/cm}$ としてレジンコンクリートに適用すると、その寸法効果を含む曲げ強度の推定式の係数は表-3のようである。

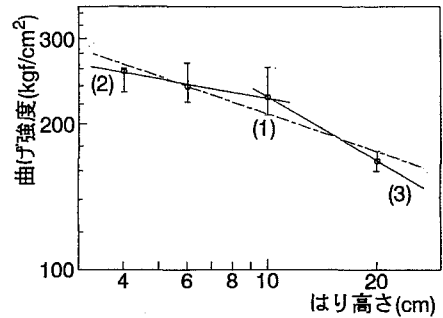
表-3 寸法効果に関する係数

タイプ	α	β
収縮	0.53	0.38
無収縮	0.56	0.38

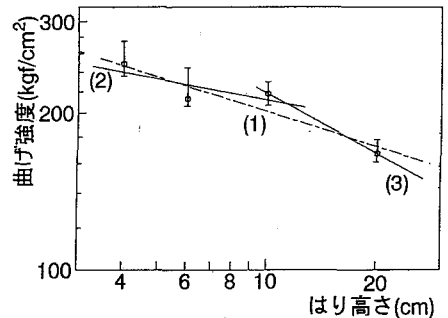
4. 結論

- (1) 引張強度、曲げ強度ともに収縮タイプのものが無収縮のものより大きかった。
- (2) 両強度ともに供試体寸法の増加につれて減少し、いわゆる寸法効果が認められた。
- (3) 強度と供試体寸法との関係を両対数グラフ上でひとつの直線で表すことにすれば、直線の勾配は樹脂タイプによって大差はなく、引張強度の勾配は直径のほぼ $-1/5$ 乗に比例して減少し、曲げ強度の場合ははり高さのほぼ $-1/4$ 乗に比例して減少する。普通コンクリートの寸法効果は曲げ強度がはり高さのほぼ $-1/7$ 乗に比例するのとは比べるとレジンコンクリートの場合の曲げ強度の寸法効果は大きい。

【参考文献】(1) 内田裕市、六郷恵哲、小柳 洽；コンクリートの曲げ強度の寸法効果にする破壊力学的検討
土木学会論文集 No. 442, V-16, pp. 101-107 (1992)。



(a) 収縮タイプ



(b) 無収縮タイプ