

人工軽量骨材コンクリートの付着特性について

神戸大学工学部 正員 藤井 学
神戸大学大学院 学生員・藤 安広

§.1 まえがき

本研究は人工軽量骨材コンクリートの付着特性に関する基礎資料を得る目的で、引抜き試験、はり試験、および定着長試験を行ない普通コンクリートと比較検討を行なった。

§.2 引抜き試験、およびはり試験

(1)実験計画 付着強度におよぼす要因として、引抜き試験では、鉄筋の種類、コンクリート強度、骨材の種類、および種の埋込み位置をとりあげ、はり試験では、3種の埋込み位置を3種の埋込み長におよこえた以外は引抜き試験と同様である。なお用いた人工軽量骨材はメサライトとライオナイトである。

(2)使用材料 セメント；アサノマロセメント。骨材；天然骨材(吉野産)、メサライト(日本メサライト工業K.K製)、ライオナイト(大阪セメントK.K製)。鋼材；大阪製鋼K.K製中16mm異形鉄筋(SD35)、および丸鋼(SR24)をさびのない状態で使用。配合；本実験に用いた配合を表-1に示す。

表-1. コンクリート示方配合

ここでメサライトとライオナイトは同じ配合である。

適用	種別	目標強度 (kg/cm^2)	粗骨材最大寸法(mm)	スランフ (cm)	W (kg/m^3)	C (kg/m^3)	W/C (%)	S/A (%)	S (kg/m^3)	G (kg/m^3)
引抜き および はり	普通コンクリート	200	20	10~12.5	151	252	60	44	839	1072
		300	20	10~12.5	162	355	46	46	826	973
	軽量コンクリート	200	20	10~12.5	151	300	49	42	515	551
		300	20	10~12.5	167	451	37	39	391	539
定着長	普通コンクリート	350	25	7~10	175	500	35	38	642	1090
	軽量コンクリート	350	20	7~10	191	500	38	38	457	540

(3)試験手法 引抜き試験はASTM(C-234-49T)⁽¹⁾に準じて行ない、はり試験はACI-208委員会提案による付着強度測定法⁽²⁾に準じて、図-1に示すようにその寸法を縮小してはりの曲げ試験を行なった。なお支点は材端より5cm、載荷点は材端より埋込み長で、対称2点載荷である。

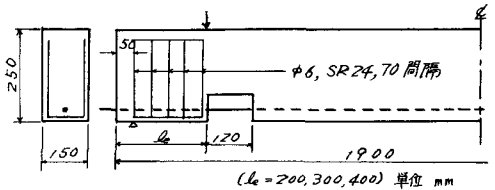


図-1 供試体寸法

(4)実験結果と考察

(a)引抜き試験 引抜き試験より得られた実験結果を表-2に示す。ここで付着応力は3種の埋込み位置(鉛直, 水平上部, 下部)の平均値である。丸鋼の場合, $\tau_{\max}$ は3種類の骨材ともコンクリート強度にはあまり影響をうけず, $20 \sim 25 \text{ kg/cm}^2$ であまり差はなく, 載荷端のすべりを基準にした τ_a はメサライトとライオナイト両骨材には差異は認められず, 天然骨材の $85 \sim 87\%$ であった。異形鉄筋の場合, $\tau_{\max}$ は $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ に対して $50 \sim 65 \text{ kg/cm}^2$, 300 kg/cm^2 に対して $80 \sim 95 \text{ kg/cm}^2$ であり, コンクリート強度の 50% の増

加に対して3種類の骨材とも50%の増加が認められた。また、 σ_a についてはコンクリート強度には関係なく30~35 kg/cm²であった。 σ_{max} , σ_a いずれも人工軽量骨材の方が天然骨材の付着応力より大きいがあるいは等しくなった。

また丸鋼と異形鉄筋の付着強度では σ_a の場合、異形は丸鋼の1.5~2倍、 σ_{max} については、2.5~4.3倍の増加が認められた。

(b)はり試験 はり試験より得られた実験結果を表-3に示す。丸鋼を用いたはりでは、すべて自由端にすべりが生ずるとたまたちに鉄筋はすべり始め、コンクリートの圧縮域が塑性になることなくはり破壊した。

異形鉄筋を用いたはりでは、2~3の例外を除いて自由端にすべりが生ずる前に鉄筋が降伏し、コンクリートは圧壊した。すなわち20cmの埋込み長で鉄筋を十分に定着することのできるものと思われる。丸鋼の場合、 σ_{max} について、 $\sigma = 200$ kg/cm²に対して天然骨材では24~30 kg/cm²、人工軽量骨材では15~26 kg/cm²、300 kg/cm²に対して天然骨材で28~37 kg/cm²、人工軽量骨材で16~30 kg/cm²となっており、天然骨材の付着応力の70%となっている。 σ_a については、 $\sigma = 200$ kg/cm²に対して天然骨材で16~26 kg/cm²、300 kg/cm²で15~29 kg/cm²で、天然骨材の場合、強度には関係なく天然の約85%となった。異形鉄筋の場合、すべて人工軽量骨材の方が0~33%天然骨材より高い付着応力が認められた。

また50%のコンクリート強度の増加に対しては天然骨材8%、人工軽量骨材で0~16%増加である。埋込み長が増加すると、付着応力は骨

表-2. 引抜き試験実験結果

骨材	鋼材	コンクリート強度 (kg/cm ²)		付着応力 (kg/cm ²)	
		σ_c	σ_a (1)	σ_{max} (2)	
天然	丸鋼	182	19.9	23.1	
		269	20.5	23.1	
	異形	182	32.0	53.5	
		269	34.5	80.4	
メサライト	丸鋼	211	16.7(0.84)	19.7(0.85)	
		293	17.8(0.87)	20.8(0.90)	
	異形	211	31.2(0.98)	66.4(1.24)	
		293	32.4(0.94)	94.8(1.18)	
ライオナイト	丸鋼	199	16.9(0.83)	21.9(0.95)	
		256	18.2(0.89)	21.3(0.92)	
	異形	196	30.9(0.97)	51.4(0.96)	
		256	33.6(1.03)	81.8(1.02)	

(1); 荷端すべり0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25mmの付着応力の平均値

(2); 最大平均付着応力

なお表中の()は同一鋼材、同一目標強度における天然骨材の付着応力を1.00としたときの比率

表-3. はり試験実験結果

骨材	鋼材	埋込み長 (cm)	付着応力 (kg/cm ²)			
			σ_c (1)	σ_a (2)	σ_a (3)	σ_{max} (4)
天然骨材	丸鋼	192	20	26.1		29.4
			30	20.9		25.1
			40	15.7		23.8
		292	20	28.9	31.5	36.5
			30	17.0	21.5	33.1
			40	14.7	18.5	27.7
	異形	191	20	39.0	46.5	65.3
			30	27.3	33.8	
			40	20.1	25.5	
		307	20	39.4	47.1	
			30	32.1	39.3	
			40	26.7	31.6	
メサライト	丸鋼	206	20	22.1(0.85)		26.4(0.86)
			30	17.1(0.82)		19.3(0.71)
			40	10.7(0.68)		14.3(0.60)
		300	20	25.7(0.87)	28.1(0.89)	32.7(0.91)
			30	16.6(0.98)		19.9(0.60)
			40	13.7(0.93)		16.4(0.59)
	異形	208	20	40.6(1.04)	50.0(1.07)	77.8(1.19)
			30	30.4(1.11)	37.6(1.11)	
			40	24.8(1.23)	29.0(1.13)	
		300	20	41.9(1.07)	52.7(1.22)	
			30	34.8(1.11)	43.0(1.09)	
			40	18.3(1.13)	23.1(0.87)	
ライオナイト	丸鋼	216	20	23.3(0.86)		24.7(0.82)
			30	14.3(0.69)		19.6(0.78)
			40	11.2(0.71)		15.5(0.62)
		306	20	23.1(0.78)	27.5(0.87)	30.1(0.85)
			30	16.5(0.97)		19.6(0.59)
			40	13.0(0.89)		15.8(0.57)
	異形	210	20	41.1(1.05)	51.7(1.11)	68.9(1.06)
			30	25.9(0.95)	34.1(1.01)	
			40	21.0(1.04)	26.2(1.03)	
		298	20	53.6(1.10)	62.8(1.33)	
			30	31.5(1.01)	40.2(1.02)	
			40	23.8(1.03)	29.8(1.11)	

(1); コンクリート圧縮強度 (kg/cm²)

(2); 荷端すべり0.05, 0.10, 0.15mmの付着応力の平均値

(3); 引抜き試験の σ_a と同じ

(4); 最大平均付着応力

なお表中の()は同一鋼材、同一目標強度、同一埋込み長における天然骨材の付着応力を1.00としたときの比率

骨材の種類には無関係に減少する傾向があり、丸鋼、異形鉄筋とも20cmの埋込長に対して30cmで30%、40cmでは50%減少した。

5.3 定着長試験

(1) 実験計画 本実験はφ12.8mm高強度ストラットを用いて骨材の種類による定着長を知ることを目的である。要因として断面、骨材の種類、さびの3つをとりあげた。供試体の長さはすべて3m、断面は16×16, 11×11, 9×9cmの3種であり、用いた人工軽量骨材はアサノライトとライオナイトである。ストラットの緊張力は降伏引張力の80%に相当する13tonである。なお配合は表-1の定着長用を使用した。

(2) 使用材料 セメント、天然骨材、ライオナイトは5.2と同じ。アサノライト(日本セメントK.K製)を用い、鋼材として住友電工K.K製φ12.8mm高強度ストラット。

(3) 実験結果と考察 本実験より得られた結果は、取りあげた要因のうち、断面の影響は無く、3種類の骨材とも定着長は55~60cmであった。

5.4 考察

人工軽量骨材コンクリートの付着特性を知るために先行し、本研究所より得られた結論を要約すると、

1. 一般に人工軽量骨材は天然骨材にくらべて、丸鋼を用いたときは15~30%の減少であるが、異形鉄筋を用いると差は小さくなりむしろ可成り小さい。
2. 31根試験よりmaxは丸鋼で20~25 kg/cm²、異形鉄筋ではコンクリート強度200 kg/cm²では50~70 kg/cm²、300 kg/cm²では80~95 kg/cm²であり、コンクリート強度の影響は異形鉄筋の方が丸鋼よりも顕著である。
3. はり試験より、異形鉄筋の場合埋込長20cmで鉄筋は十分に定着される。丸鋼の場合天然骨材に対して人工軽量骨材は劣る。つまり、異形鉄筋では両者には差は認められない。
4. 定着長について、天然骨材と人工軽量骨材の両者には差は認められず平均55~60cmと叫ぶ。人工軽量骨材の定着長は天然骨材にくらべて弾性係数が小さいことより、定着長はいくらか大きくなる傾向があるという報告⁽³⁾もあるが、その傾向は認められなかった。

参考文献

- (1) 日本材料学会；工業材料規格便覧(セメントコンクリート) 1965
- (2) A C I-208 Committee；Test procedure to Determine Relation Bond Value of Reinforcing Bars. JACI, Vol 30
- (3) Report of the FIP Commission on Prestressed Lightweight Concrete, Fifth Congress of FIP, Paris, 1966