

中部工業大学 正員 ○愛知五男

中部工業大学 正員 伊藤和幸

1. まえがき

水中でのプレバッドコンクリート(以下 P.C)は、施工方法や環境条件に大きく左右されるため鋼材を用いた曲げ部材としてほとんど利用されていない。しかし、今後海洋開発などに伴い曲げ部材としての要求も多くなると思われる。鉄筋(鋼材) P.C部材を考えた場合、基本的な問題である鉄筋と P.C界面の付着性状を把握する必要がある。異形鉄筋のような表面突起を有する場合、P.Cではその周囲に粗骨材をパツクするため粗骨材の形状、粒度などに影響を受け、普通コンクリート(Nor.C)と較べ付着力と応力伝達にも違いを示すものと思われる。

本報告は、充填粗骨材、打設方向として鉄筋応力分布などについて検討したものである。

2. 実験概要

実験に使用した供試体の形状寸法ならびに打設方向を図1に示した。養生は全て水中(20℃)で行なった。打設後1週間後に縦打設供試体は、ノッチを有した部分から割って6個(鉄筋に溝切りレバーを貼付したもの2個)作製した。また横打設供試体は、同一条件のものを2本作製し、上下部筋をそれぞれ2個づつとした。これらの供試体をさらに1週間養生し湿潤状態で試験した。

付着応力を求める試験方法は各種提案されているが、本実験では、比較的簡便で付着性状を評価するのは充分であると思われる引抜き試験方法によって求めた。使用材料としてセメントは普通セメントを用い、注入モルタルではセメントの一部をフライアッシュ(比表面積3200 cm^2/g 、比重2.14)で置換えて用いた。Nor.Cの配合は、骨材最大寸法25mm、スランプ8cm、 $w/c=65\%$ 、セメント量280 kg であり、投合28日強度は平均290 kg/cm^2 であった。注入モルタルの配合とその性質は表1に示したようである。充填粗骨材の玉石は不曽川産、碎石は内津川産山砕を用いその性質を表2に示した。鉄筋は直方筋を持つ異形鉄筋(SD35)で、 $\phi 22\text{mm}$ を主として一部 $\phi 19\text{mm}$ 、 $\phi 25\text{mm}$ 筋についても試験を行なった。補強筋は $\phi 6\text{mm}$ の伸線ビッチ3cm、補強径10.5 mm とした。鉄筋のヤング係数は $2.1 \times 10^{10} \text{ kg}/\text{cm}^2$ として計算した。

3. 結果と考察

縦打設の場合充填粗骨材の違いが付着力に及ぼす影響を図2に示した。この図はすべり始めを200 mm として、平均付着応力と自由端滑動量との関係を表わしており、すべり量2 mm における供試体6本の変動係数は、碎石 P.C 8.4%、玉石 P.C 5.8%、Nor.C 6.0%であった。任意のすべり量に対する引抜き面重の変動はかなり大きく、計算に用いた値は近似している3~6個の平均値とした。すべりが初期の段階(20 mm)付近までは、玉石 P.C、Nor.Cとも付着応力に顕著な差異はないが、碎石 P.Cでは若干大きくなる傾向を示した。この程度のすべり量までは、すべりのコンクリートも主としてモルタルマトリックスと鉄筋界面との粘着力に影響を受けていて、粗骨材との機械的な嵌合による応力伝達は小さいように思われる。初期の段階を過ぎた頃から碎石 P.Cの付着応力は、玉石 P.C、Nor.Cと較べかなり大きく、すべり量20.5 mm で21%、30%とそれぞれ増大している。これは粗骨材の機械的抵抗作用であるが嵌合の良さが主に考えられるが、碎石、玉石骨材の寸法と較べ補強筋の径

表1 注入モルタルの性状

養生時間 (日)	S (C/F)	W (C/F)	単位量(%)						空隙率 (%)	フロー 率(%)
			W	C	F	S	DA	AL		
19±1	1.25	50	372	600	151	87	189	0.9	6.4	3.8

圧縮強度： $f_c=252 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 、 $f_t=343 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 、 $f_a=418 \text{ kg}/\text{cm}^2$

表2 充填粗骨材の性質

充填粗骨材	粒度範囲 (mm)	比重	吸水率	空隙率 (%)
玉石	20~30	2.63	1.00	26.7
碎石	20~30	2.73	1.03	41.6

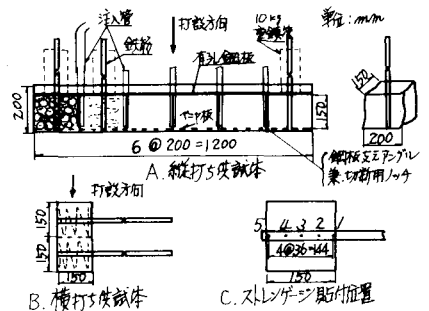


図1 供試体の形状寸法

が10.5cmと比較的小さく、補強筋が骨材のずれすなわち骨材間の応力分散に対する抵抗性を増大させたことも考えられる。その後碎石Pr.C、玉石Pr.Cの付着応力曲線は、Nor.C曲線とほぼ同様な傾向である。また圧縮強度は、同一品質の注入モルタルであっても碎石Pr.Cが玉石Pr.Cの24%増を示した。これはモルタルと粗骨材界面の付着力よりも、骨材の角ばりによるせん断力の大きさで左右されていると思われる。割線マンダ係数は、Nor.C $2.9 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、碎石Pr.C $3.8 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、玉石Pr.C $3.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ であった。横打設の場合をコンクリートについて求めた水平鉄筋(上下)の付着応力と滑動量の関係を図3に示した。Nor.Cは鉄筋位置によって大きく変化し、上筋は下筋に較べて約40%付着力の低下を示したが、碎石Pr.C、玉石Pr.Cでは、上筋が若干小さいが顕著な差は見られない。これはNor.C自体の収縮率などによる組成変化を来した場合、Pr.Cではモルタルの性状変化のみによる生ずる場合との違いが現われたものと思われる。横打設でも付着応力はすべり始めから0.1mm程度までPr.CがNor.Cよりも大きい。玉石Pr.Cが碎石Pr.Cよりも2025mmを過ぎた頃から縦打設とは逆に大きくなっているが、ブリージングにより骨材下面での水隙をせり骨材の充填とモルタル膨張圧の拘束差などが考えられる。

コンクリートと鉄筋の付着応力分布を知るため、鉄筋任意位置でのルミ測定から鉄筋応力を求め、またこれをより隣接したゲージ間の応力度の差からゲージ間の平均付着応力度を求め図4に示した。低い応力度の範囲であるが、荷重端からコンクリートに埋込まれる距離により鉄筋応力は除々に減少しその曲線は下に凸なる形状を示している。荷重端応力270, 540, 820 kg/cm^2 における約1/3の作用応力位置は、荷重端より5, 15, 30cmとほぼ比列しているが、これは荷重端側からの摩擦抵抗の減少と相対すべり量の増加などに起因するものである。Nor.Cと碎石Pr.Cの鉄筋応力曲線は、同じような傾向を示しているが、前者は鉄筋応力の増加するにつれて中心(No.3)までの傾きが若干小さくなっている。これはPr.Cにおける表層付近の強度低下がNor.Cに較べ大きくなり、表層にあたる荷重端でコンクリートが鉄筋応力と有効に分担し得ない結果となって現われたものと思われる。このことは平均付着応力度からも明らかのように、荷重端から中心付近までは、Nor.CがPr.C碎石よりも大きく現われ、逆に碎石Pr.Cでは中心から自由端に至る間の付着応力は大きくなる傾向にある。

4. あとがき

限られた試験方法と供試体であるが実験範囲内で、Pr.C充填粗骨材は玉石よりも碎石の方が圧縮強度は大きく付着応力に対しても有利である。Pr.Cでは横打設の場合上下部筋の付着応力度の差がNor.Cに較べ小さくである。鉄筋径の影響は、これまで述べた結果と大差ないが打設方向が同一であれば、径が小さくても付着応力度が相対的に小さくなるようである。

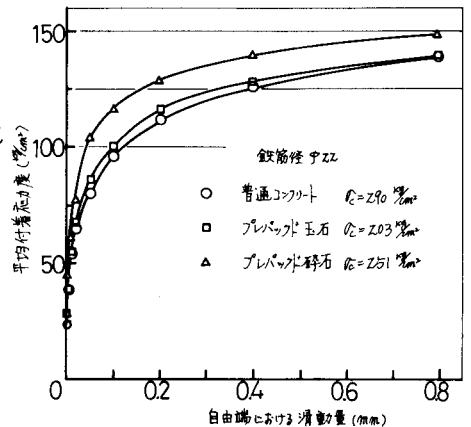


図2 骨材の違いが付着応力度と滑動量の影響

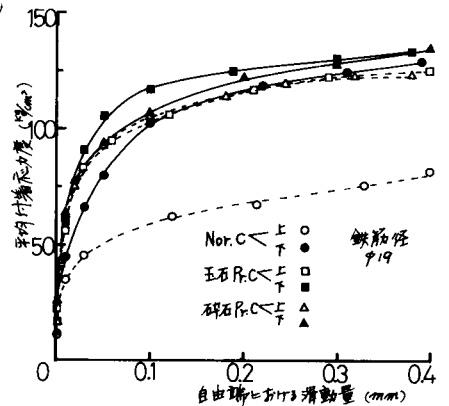


図3 水平鉄筋(上下部筋)の付着応力度

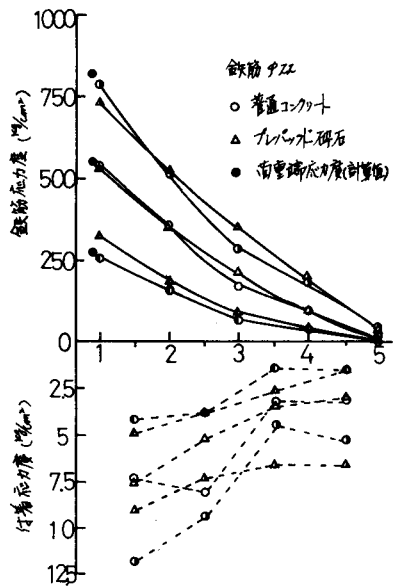


図4 埋込み位置における鉄筋ならびに付着応力度