

高強度コンクリートに関する基礎的研究

京都大学 学生員 鄭 賢斗

1. まえがき

近年、コンクリートの利用も多岐にわたって来たが、これらの一環として、とくに最近、高強度コンクリートの研究が幅広く進められている。高強度コンクリートの製造方法^①には、絶合材、骨材の改善、セメントペーストの配合、補強、混合、締固め、養生方法の改善などの方法があるが、最近高性能の高強度用減水剤が開発され、報告^②によれば、セメント量を700%、w/cを25%程度とし、この種の減水剤を使用し、材令28日で1000%程度の圧縮強度が得られており、施工も従来の流し込みによつてゐるという。

本報告では、この種の高強度用減水剤を使用し、従来の流し込み工法によつて、どの程度の圧縮強度を持つコンクリートを作りうるか、また、このコンクリートの割裂引張強度、曲げ強度、動・静弾性係数などの力学的諸特性値および単位容積重量などの物理的数値を求め、各数値相互間の関係をもとに、常用のコンクリートと比較して高強度コンクリートの力学的特性を明らかにすることを目的とした。また、このような高強度コンクリートを鉄筋コンクリートはりに使用した場合のはりの挙動を検討し、常用範囲のはりの解析方法がこのような高強度コンクリートを用いた場合にも適用しうるかと検討した。

2. 使用材料

セメントは小野田普通ポルトランドセメントを、骨材は表-1に示すものを用いた。高強度用減水剤は、ナフタリンスルホン酸塩系減水剤(減水剤a)と多環アロマスルホン酸塩系減水剤(減水剤b)を用い、減水剤aは、荷容重量で、減水剤bは、固形分換算重量で、セメント重量の1.5%(配合Hは0.75%)を使用した。はり試験用供試体の鉄筋はSD30でその強度は、D49では $\sigma_{sg}=3774 \text{ kg/cm}^2$ 、D10では $\sigma_{sg}=3600 \text{ kg/cm}^2$ である。

表-1 使用骨材の性質

種別	比重	吸水率	F.M	最大粒径	産地
粗骨材A	2.63	1.01%		20mm	群馬 砂石
粗骨材B	2.61	1.74%		20mm	鬼怒川 砂石
細骨材A	2.63	1.65%	2.83		野田川 砂
細骨材B	2.61	2.13%	2.73		鬼怒川 砂

3. 実験方法

コンクリートの練り混ぜは、強制練りミキサー(容量120ℓ)を用い、供試体は、圧縮強度試験用に15φ30cm(A-1,~4)、20φ20cm(その他)、割裂引張強度試験用に10φ20cm、曲げ試験用に10×10×40cmを用いた。弾性係数は、材令28日の圧縮強度の治具の割線弾性係数として求めた。はり供試体は10×20×160cmとし、スパン180cmで55+20+55cmで載荷した。コンクリート強度は、高強度コンクリート(H)および普通コンクリート(N)について、それぞれ900%、300%を目標とし、鉄筋比は、普通コンクリートについては常用設計におけるつり合鉄筋比(1.26%)とし、高強度コンクリートについては、終局破壊時に中立軸比が普通コンクリートと同程度となるように $P=0.27\%$ とした。また、使用鉄筋は、3Dφ10(普通コンクリート)、2Dφ10(高強度コンクリート)、中立軸比は、それぞれ0.455、0.620、とした。

コンクリートの配合設計を表-2に示す。

4 実験結果と考察

コンクリート強度試験結果を表-3に、鉄筋コンクリートはり試験結果を表-4に示す。

本実験の結果から次の点が随分的に云える

1). 単位セメント量を700%とした場合、新機高強度用減水剤を使用すれば、流し込みによって、材令28日で800~950 kg/cm^2 の圧縮強度を得ることが可能である。

2). 高強度コンクリートの力学的特性を、3.3調べる結果より、高強度コンクリートは常用のコンクリートに比較し、強度が高いことはもちろん、動・静弾性係数が1.5倍程度大きいこと、その応力-ひずみ曲線が破壊直前まで、直線に近いこと、圧縮強度の伸び程には、引張強度は伸びが大きい。

3). 高強度コンクリートと鉄筋コンクリートは、同じに使用すると、普通コンクリートのほりに較べて、圧縮強度が3.3倍、鉄筋比が2.67倍と倍々となり、設計荷重、ひびわれ荷重はそれぞれ、2.5倍、1.7倍と、その程度まで伸びが、終荷重は3.04倍と同程度の伸びを示し、また、はりの曲げ破壊の様相は両者ともほぼ同等と見うけられた。

参考文献

- ① 岡田 清：“高強度コンクリート”，材料 第18巻第187号 P.267~P.274
- ② 児玉和巳他2名：“高強度用減水剤について”，材料 第22巻第232号 P.11~P.17

表-2 配合設計表

名称	C (kg/m^3)	W/C (%)	W (kg/m^3)	S/a (%)	S (kg/m^3)	G (kg/m^3)	混和剤 (kg/m^3)	スポンジ (cm^3)	総量 (%)
A-1	700	25.0	175	25	388	1162	10.5 (a)	9.5	1.8
A-2	700	25.0	175	20	310	1240	10.5 (a)	5.9	1.5
A-3	900	25.0	225	25	313	939	13.5 (a)	5.9	1.5
A-4	900	25.0	225	20	250	1602	13.5 (a)	11.4	1.6
B-1	700	25.0	175	25	388	1162	10.5 (a)	4.3	1.5
B-2	692	22.9	150	25	406	1231	10.4 (a)	0.3	1.6
B-3	495	27.0	133	25	458	1372	7.4 (a)	0.0	1.1
B-4	700	25.0	175	25	388	1162	52.5 (b)	6.5	1.4
C-1	340	56.0	192	40	770	1086	—	—	—
C-2	400	52.5	210	38	660	1080	—	9.9	—
C-3	350	50.0	175	40	733	1118	—	2.7	1.4
N	250	70.0	175	44	763	1145	—	8.0	1.4
H	700	26.0	182	25	380	1139	26.3 (b)	7.5	1.0

表-3 コンクリート強度試験結果

名称	6c 3日 (kg/cm^2)	6c 7日 (kg/cm^2)	6c 28日 (kg/cm^2)	6x 7日 (kg/cm^2)	6x 13日 (kg/cm^2)	6b 7日 (kg/cm^2)	6b 28日 (kg/cm^2)	引張強度 (210°C) (kg/cm^2)	弾性係数 ($10^6\text{kg}/\text{cm}^2$)	引張伸び (%)
A-1	625	816	947	471	658	775	976	50.7	42.8	2.49
A-2	616	669	951	466	624	85.0	97.0	50.3		2.48
A-3	634	767	976	416	562	76.0	102.0	45.6		2.43
A-4	537	614	707	339	544	80.2	87.4	45.3		2.42
B-1	645	750	807	574	596	82.9	86.6	51.2	47.5	2.49
B-2	620	771	890	576	630	82.9	89.5	52.2	46.1	2.51
B-3	629	787	916	581	611	75.1	89.6	52.5	47.7	2.49
B-4	612	702	809	515	522	81.5	83.0	48.7	42.9	2.48
C-1			247		25.0		342		30.0	
C-2			502		35.5		578	40.7		2.36
C-3			371		29.9		40.9			
N			285		29.2		58.1			
H			953		59.4		90.0			

表-4 鉄筋コンクリートはり試験結果

名称	設計荷重	引張荷重	引張荷重	引張荷重	鉄筋比	鉄筋係数	引張伸び
N-1	2.0x	4.6x	1.25x	4.19x	1.26%	0.159	285 kg/cm^2
N-2	2.0x	4.6x	1.25x	4.34x	1.26%	0.159	285 kg/cm^2
H-1	5.0x	12.4x	2.00x	13.32x	3.37%	0.133	953 kg/cm^2
H-2	5.0x	12.4x	2.25x	12.58x	3.37%	0.133	953 kg/cm^2
H/N	2.60	2.70	1.70	3.04	2.67	0.84	3.34