

佐賀大学 理工学部 正 石川 達夫

1. まえがき

コンクリートは建設用構造材料として広く用いられてきているが、その欠点の一つとしてクラックが生ずるということがある。コンクリートのクラックは、単に目に見える欠点ということだけではなく、構造によっては致命的な欠陥となることがあり、また防水性、耐久性という点からも好ましいことではない。しかしコンクリートのクラックはその発生原因が複雑多岐で錯綜しているため、これを完全に防ぐことは現在のところ無理なようである。このクラックを防ぐ一つの方法として膨張混和材を用いようとするのがある。これは膨張によりコンクリートの乾燥収縮によるクラックを防止し、さらにコンクリート中の鉄筋などによりこの膨張を拘束し、コンクリートに圧縮ひずみを生じさせ、その後起きる乾燥収縮を補償させようとするものである。膨張混和材の開発は、セメント中のエトリンガイトの研究から始まっており、最近では無水カルシウムサルファアルミネートの安定化を目指して研究が行われ、石灰の水和膨張を利用したものもある。

本報告は、膨張混和材として市販されている三種類のそれらを用いたコンクリートはりの載荷試験を行なったので、それらの結果、考察を述べるものである。

2. 使用材料およびコンクリート配合

普通ポルトランドセメント、膨張混和材Ⅰ (ACI 223委員会 K717°, 比重 2.99), 膨張混和材Ⅱ (ACI 223委員会 K717°, 比重 2.98), 膨張混和材Ⅲ (ACI 223委員会 717°該当なし, 比重 3.19). 細骨材 比重 2.57, 吸水率 1.11%, 粗粒率 2.95, 粗骨材 比重 2.89, 吸水率 0.74%, 粗粒率 6.72.

コンクリートの配合は、表-1の配合-1を基本配合とし、これに上記膨張混和材をセメントの割合で30kg, 60kgと変化させて混和した。

3. 実験方法

圧縮強度試験用供試体 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$

膨張量測定用供試体 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$

モルタルおよびコンクリートの長さ変化試験方法

(ダイヤルゲージ法) (JIS A 1124)

ど55も無拘束で、20°C水中養生と

温度85%, 温度20°Cの空中養生の2種類の養生を行った。

膨張コンクリートはり 図-1に示す

断面寸法で空中養生を行った。検査2月

で、図-2に示す箇所ワイヤストレ

インゲージを貼り、スパン135cmの

3等分点2点載荷試験を行った。載荷は

500kg単位で載荷し、初亀裂が入った後

荷重を降ろし、再載荷し再亀裂の発生荷

重を調べたが、これは確認が困難であった。

再載荷ではりも破壊した。ひずみ電荷

荷ごとに測定した。

骨材の割合 (%)	コンクリートの割合 (%)	空気量 (%)	水比 (水/セメント) (g/g)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水	セメント	細骨材	粗骨材	測定値
20	13	3	57	40	300	170	725	1104	規定量

$C^* = \text{普通ポルトランドセメント} + \text{膨張混和材}$

表-1 コンクリートの基本配合

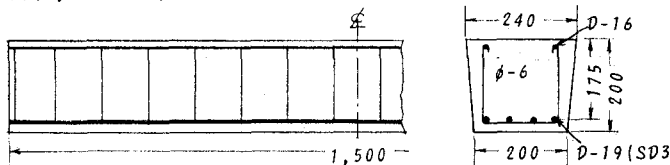


図-1 膨張コンクリートはりの断面寸法

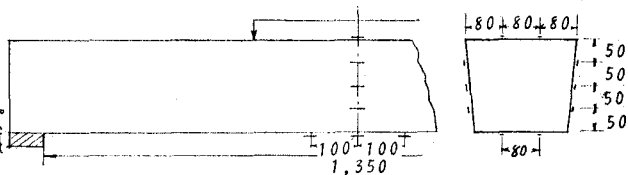


図-2 ワイヤストレインゲージ貼付位置

4. 実験結果および考察

圧縮強度試験結果では、いずれの膨張混和材を用いた場合でも混和量が増えればつれて強度低下を示した。水中養生と空中養生とでは空中養生の方が圧縮強度は大きかった。これらの供試体は無拘束で養生したものであり、膨張が少量の結晶水にもとづいているため、拘束のない自由膨張供試体の組織はルーズになっていると考へるに妥当な結果であろう。

膨張量測定供試体の試験結果とみてみると、膨張混和材を用いない普通コンクリートでは、材令2ヶ月で水中養生で $25 \sim 50 \times 10^6$ の膨張も、空中養生で $400 \sim 500 \times 10^6$ の収縮を示した。膨張混和材を用いたコンクリートでは、混和量30 kgで水中養生のみみると、膨張混和材Ⅱ、Ⅰ、Ⅲの順に膨張量が大きく、一番大きいⅡで 500×10^6 程度であった。空中養生では、いずれも材令7日ぐらいで膨張は0になりそれ以後は収縮を示すから、上の順序で収縮も小さかった。混和量60 kgになると膨張量も著しく大きくなり、水中養生では $6,000 \times 10^6$ 程度の膨張を示した。空中養生でもその半分程度の膨張となっている。この自由膨張測定結果からいえることは、材令7日ぐらいでほとんどの膨張が完了しており、その後膨張量のいくらかの減少をみてから安定している。このことは、混和量が少なく、空中養生の方が明瞭である。

コンクリートはり全部で12個あり、No. 1, 5, 9は普通セメントコンクリートはりである。No. 9 ~ 12はNo. 1 ~ 4と同じ配合であるが、図-1の主鉄筋4本のうち2本を折曲げて、斜引張鉄筋として使用した。載荷時のワイヤストレイナージの読みの一例を図-3に示す。初亀裂発生はワイヤストレイナージの動きから判断した。圧縮線のひずみが直線分布からずれていすが、他の場合もこの傾向を示し、この原因は分らなかった。載荷試験結果を表-2に示す。これを見ても初亀裂荷重において膨張混和材を用いたコンクリートはりは、用いないものに比べて大きくなっており、下縁応力を見ると、膨張混和材30 kgで 20 kg/cm^2 程度、60 kgで 30 kg/cm^2 程度の増加となっている。再亀裂荷重よりこの量を確かめようとしたが、前にも述べたように出きなかつた。この初亀裂荷重は膨張混和材Ⅱが大きい、これは亦の自由膨張量もⅡが大きいことと関連しているといえよう。破壊荷重を見てみると、これは膨張混和材を用いたコンクリートと用いない普通コンクリートとの差は見られず、むしろ鉄筋の配置などにより変わってきている。これを主鉄筋の降伏による曲げ破壊計算式 $M_u = 0.9 d A_s \sigma_{sy}$ によって求めた曲げ破壊荷重30,000 kgと比較すると、No. 9 ~ 12については、ほぼ一致しているといえよう。No. 1 ~ 8のはりでは、斜引張破壊をしたため、この曲げ破壊荷重より小さい荷重で破壊した。

本実験を行って感得したことは、コンクリートにとって養生が大事なことであり、とくに膨張混和材を用いる場合には、そのことが大事であるといえよう。

はり No. 8

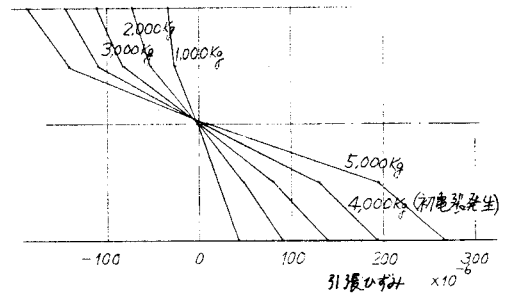


図-3. ワイヤストレイナージの読み

はり番号	膨張混和材	補正荷重kg	下縁応力 kg/cm^2	破壊荷重kg	備考
No. 1	—	2,000	32	20,000	
No. 2	I 30kg	3,000	48	22,900	
No. 3	II "	3,500	56	18,000	
No. 4	III "	3,000	48	21,200	
No. 5	—	2,500	40	18,600	
No. 6	I 60kg	4,500	71	20,000	
No. 7	II "	4,500	71	20,000	
No. 8	III "	4,000	63	24,000	
No. 9	—	2,500	40	30,000	主鉄筋 のうち2本 を折曲 げて斜 引張筋 として 使用
No. 10	I 30kg	3,500	56	28,500	
No. 11	II "	4,000	63	26,000	
No. 12	III "	3,500	56	30,400	

表-2. 載荷試験結果