

舗装路盤用貧配合コンクリートの強度特性

金沢大学大学院 学生員 〇谷口裕史  
 金沢大学工学部 正会員 鳥居和之  
 金沢大学工学部 正会員 川村満紀

1. まえがき

欧米諸国では、舗装の耐久性の向上を目的として道路や空港のコンクリート舗装路盤や複合コンクリート舗装の下層などにリーンコンクリートが積極的に採用されている。舗装路盤用リーンコンクリートには、通常のコンクリートと同様な方法で作成するもの (Wet Lean Concrete) と締固めにより作成するもの (Dry Lean Concrete) があるが、特にローラーの転圧により締固めたリーンコンクリートの場合、施工の合理化によるコストの低下や供用期間の短縮に加えて、乾燥収縮の低減や耐摩耗性の向上なども期待できる。本研究は、締固めにより作成したフライアッシュ含有リーンコンクリート (Dry Lean Concrete) の強度特性について実験的に検討したものである。

2. 実験概要

本研究における使用材料、混合割合および試験項目を表-1に示す。締固め試験により求めたリーンコンクリートの最適含水比は6~7%程度であり、配合の種類による相違があまり認められなかったため、供試体作成時の含水比はすべて6.2%と一定にしてランマーで突き固めることにより供試体 (φ75×15cm) を作成した。養生方法は水中養生 (温度20℃の水中に放置) および湿空養生 (温度20℃、湿度80%の気中に放置) であり、所定の材令まで養生した後に各種試験を行った。

3. 実験結果および考察

フライアッシュ含有リーンコンクリート (水中養生) の強度特性を表-2に示す。セメント単味のリーンコンクリートの圧縮強度は、図-1に示すようにセメント添加率の増加に比例して増大しているが90日材令以後の強度の伸びはいずれの添加率の場合も比較的小さい。また、初期材令においては湿空養生した供試体が水中養生した供試体より圧縮強度が若干上回る傾向を示すが、長期においては同程度の強度が得られており、セメント単味の場合は養生条件が強度に及ぼす影響が比較的小さいことがわかる。一方、フライアッシュ含有リーンコンクリートの圧縮強度は、図-2および3に示すように、初期材令においては、フライアッシュ添加の効果が現れていないために、セメント混合割合の多いもの

表-1 試験項目

使用材料
<ul style="list-style-type: none"> <li>普通ポルトランドセメント</li> <li>フライアッシュA (細粉)、B (原粉)</li> <li>細骨材; 川砂、粗骨材; 碎石</li> </ul>
混合割合
<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント単味                             <ul style="list-style-type: none"> <li>C=2.5, 5, 10%</li> </ul> </li> <li>セメント-フライアッシュ混合物                             <ul style="list-style-type: none"> <li>C-F=10%・C/F=3, 1, 1/3</li> <li>C-F=15%・C/F=1/2</li> </ul> </li> <li>締固め含水比; 6.2%</li> </ul>
試験項目
<ul style="list-style-type: none"> <li>物理的性質に関する試験                             <ul style="list-style-type: none"> <li>締固め性状</li> <li>圧縮、圧裂引張および曲げ試験</li> <li>静、動弾性係数</li> <li>超音波パルス速度</li> </ul> </li> <li>反応生成物および微視的構造に関する試験                             <ul style="list-style-type: none"> <li>DSC-TG測定</li> <li>SEM観察</li> </ul> </li> </ul>

表-2 リーンコンクリートの強度特性 (水中養生)

ほど大きな強度が得られている。しかし、水中養生したフライアッシュ含有リーンコンクリートでは、28日材令以後材令の進行にともない強度が大きく増大しており、このような長期にわたる強度の増大はフライアッシュの混合割合の多いものほど顕著になっている。特に、C+F=10%(C/F=3) では28日以後に、C+F=10%(C/F=1) では1年材令においてセメント単味の圧縮強度を上回っており、添加率10%のリーンコンクリートでは、セメント量の1/2程度

試体番号	配合 (C:セメント, F:フライアッシュ, B:原粉)	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )					曲げ強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	静弾性係数 (×10 <sup>4</sup> , kg/cm <sup>2</sup> )	動弾性係数 (×10 <sup>4</sup> , kg/cm <sup>2</sup> )	パルス速度 (m/sec)
		7日	28日	90日	180日	365日				
A <sub>1</sub>	C=10%	136	164	198	223	228	30	21	33	4390
A <sub>2</sub>	C=5%	40	57	71	82	72	14	10	22	4000
A <sub>3</sub>	C=2.5%	11	16	23	24	21	4	5	12	2830
B <sub>1</sub>	C=7.5%, F=2.5%	113	156	210	257	285	25	17	31	4220
B <sub>2</sub>	C=7.5%, F=2.5%	106	145	210	243	236	26	16	32	4290
C <sub>1</sub>	C=5%, F=5%	63	93	152	191	245	19	16	28	4030
C <sub>2</sub>	C=5%, F=5%	65	98	151	185	269	25	17	30	4100
D <sub>1</sub>	C=2.5%, F=7.5%	29	41	62	85	137	12	15	22	3580
D <sub>2</sub>	C=2.5%, F=7.5%	28	51	63	109	136	11	14	21	3440
E <sub>1</sub>	C=5%, F=10%	109	167	251	294	478	22	20	28	4350
E <sub>2</sub>	C=5%, F=10%	109	150	226	284	455	25	19	32	4300

曲げ強度、静弾性係数、動弾性係数およびパルス速度は28日材令のもの

をフライアッシュで置換しても長期においては十分大きな強度が得られる。それに対して、湿空養生したものは、90日材令以後圧縮強度の増大はほとんど認められていない。一般に、フライアッシュコンクリートは結合材量が少ないほど、また、フライアッシュ置換率が大きいほど養生の影響を受けやすく、十分な水分が供給されないと強度の発現が小さくなるといわれている。本実験の結果よりフライアッシュ含有リーコンクリート (Dry Lean Concrete) では、供試体作成時の含水比がかなり小さいこともあり、養生条件が悪い場合には通常のコンクリート以上に圧縮強度が低下するので注意が必要である。フライアッシュの品質が圧縮強度に及ぼす影響は、水中養生および湿空養生ともに比較的小さいようであり、フライアッシュAとBの強度には大きな相違が認められない。長期にわたる強度発現の著しいC+F=15%(C/F=2)の材令1年におけるDSC-TG曲線には図-4に示すように、水中養生した場合には、エトリングイトやC-S-Hgelのピークが認められ、また遊離石灰のピークは完全に消失しており、フライアッシュのポゾラン反応が活発に進行していることが確認できる。一方、湿空養生した場合には、強度発現に寄与するポゾラン反応生成物は認められず、フライアッシュのポゾラン反応が抑制されていることがわかる。SEM観察においても同様な結果が確認でき、水中養生の場合には、フライアッシュ粒子表面に多数のポゾラン反応生成物が生成しているのが認められる(写真-1参照)。

4. まとめ 締固めにより打設されたリーコンクリート

は5~10%程度のセメントを添加することにより路盤として十分な圧縮強度が得られる。また、フライアッシュの舗装路盤用リーコンクリートへの利用については、フライアッシュの利用によりリーコンクリートの締固め性状および強度が大きく改善され、フライアッシュ高含有リーコンクリート(Dry Lean Concrete)は、舗装路盤に十分適用が可能である。

図-1 圧縮強度の変化(セメント単味)

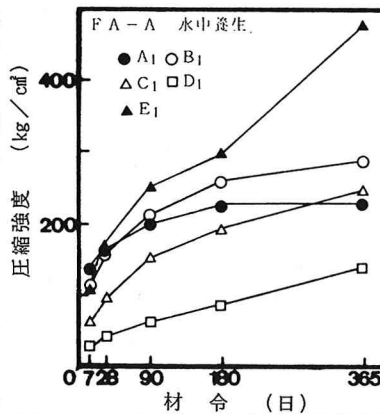
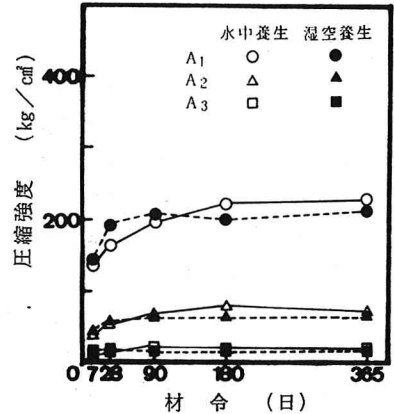


図-2 圧縮強度の変化(水中養生)

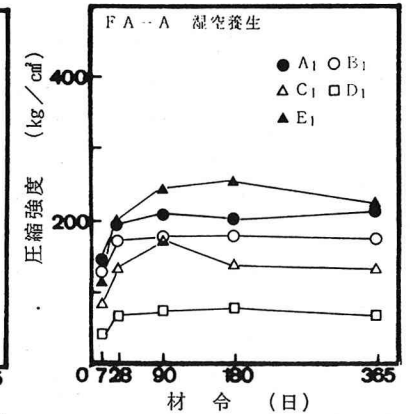


図-3 圧縮強度の変化(湿空養生)

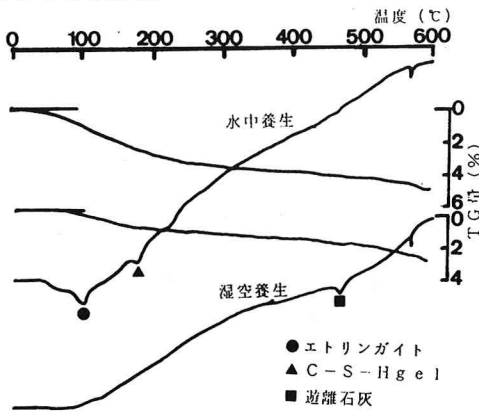


図-4 DSC-TG曲線 (E1、材令1年)

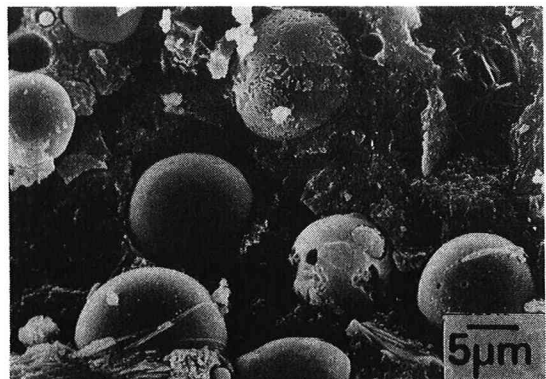


写真-1 SEM像 (E1、水中養生、材令1年)