

V—18 ソイルセメント改質材の添加効果に関する基礎的研究

苫小牧工業高等専門学校	正会員	吉田隆輝
道路建設株式会社	正会員	堀端松美
道路建設株式会社	正会員	山本 栄
北海道工業大学工学部	正会員	小山 泥舟

1. まえがき

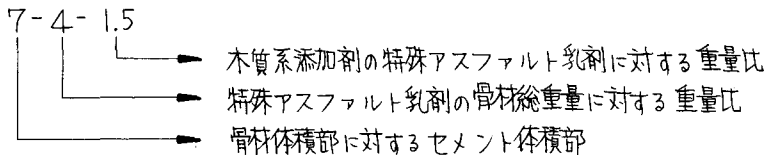
近年の道路舗装において、良質の骨材の入手が難しくなってきたことが一つの大きな問題となっている。従って、アスファルト舗装要綱の歴青、セメントおよび石灰安定処理工法や粒度調整工法の他に、もっと現地材料を有効に利用できるように工法を積極的に用発していくことが今後必要であろう。本研究では、我国に広く分布しているが、骨材として使用するには市販の多い火山灰を、セメントおよび添加物で安定処理した混合物を作製し、3点曲げ載荷方式による定ひずみ速度試験を行ない、セメント量、添加物および添加剤の量等の点から検討を加えたものである。

2. 実験材料

本研究に用いた骨材は、砂利と火山灰である。砂利と火山灰の体積配合比は、40:60とし、この配合比で計量した骨材に、所定量の水、セメント（高炉セメントB種）および添加物（特殊アスファルト乳剤（単にアスファルト乳剤とよぶ）と木質系添加剤を混合したもの）を加え、よく混合して供試体を作製した。

3. 実験方法

予備実験を行なった結果、セメント量は6%・7%と決定した。この2種類のセメント量に、アスファルト乳剤および添加剤を所定量添加させて混合物を作製した。混合物の記号の付け方を例示すると次のとおりである。



予備実験を行ない、施工性、ため性、経済性等を考慮した結果、次の配合の混合物について3点曲げ載荷方式による定ひずみ速度試験を行なった。

(6-0-0), (6-3-0), (6-3-1.5), (6-3-2.25)

(7-0-0), (7-4-0), (7-4-1.5), (7-3-1.5)

本研究の混合物は、上層路盤に用いることを念頭においてある。交通荷重により、上層路盤下端に曲げ引張り応力が働くものと考え、本研究では3点曲げ載荷方式による定ひずみ速度曲げ試験を行なった。本研究で行なった曲げ試験の条件を列記すると次のとおりである。

1) 供試体寸法 : 10cm×10cm×40cm (span 30cm) の角型棒状供試体

2) ひずみ速度 : 5.3×10^{-3} 1/sec

3) 制御方式 : 変位による油圧サーボ制御方式

供試体作製後、20℃養生水槽に7日、28日および90日養生させた後、20℃の試験温度で3点曲げ載荷方式による定ひずみ速度試験を行なった。

解析方法として、曲げ強さ (G)、破壊時のひずみ (ϵ_b) およびひずみ速度 ($\dot{\epsilon}$) は次式により定義される。

$$\sigma_b = \frac{3 \cdot P \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2} \text{ (kg/cm}^2\text{)}, \quad \epsilon_b = \frac{6 \cdot h \cdot d}{l^2} \text{ (cm/cm)}, \quad \dot{\epsilon} = \frac{6 \cdot h \cdot \dot{d}}{l^2} \text{ (1/sec)}$$

ここで、 P : 最大荷重 (kg), l : スパン長 (cm), b : 供試体の幅 (cm), h : 供試体の高さ (cm), d : 破壊時のたわみ (cm), $\dot{d}$: たわみ速度 (cm/sec)

4. 実験結果および考察

4-1. 破壊時の曲げ強さについて

セメント量6%の(6-0-0), (6-3-0), (6-3-1.5)および(6-3-2.25)混合物の曲げ強さ σ_b と養生日数の関係を図-1に示した。いずれの混合物についても、養生日数が長くなるにつれて、次第に σ_b は増加することがわかった。

(6-3-0)混合物の σ_b は、7日養生、28日養生で他の混合物の σ_b より小さな値を示しているが、90日養生の σ_b は(6-0-0)混合物の σ_b とほぼ等しいまでになった。この(6-3-0)混合物に添加剤を加えた(6-3-1.5)および(6-3-2.25)混合物の σ_b は、7日、28日および90日養生のいずれにおいても、(6-3-0)混合物のそれよりも大きな値を示した。このことから、添加剤を添加することにより、混合物の曲げ強さが大きくなることが明らかとなった。さらに、(6-3-1.5)混合物の σ_b が(6-3-2.25)混合物のそれよりも若干大きな値を示してはいるものの、両者の σ_b にほとんど差はなく、ほぼ等しいと見なしてよいであろう。このことは、添加剤の量1.5とその5割増しの2.25の量の違いが、曲げ強さに及ぼす影響は小さいものと考えてよいことを示している。

添加物を添加しないセメントだけの(6-0-0)混合物の σ_b は、28日養生まで(6-3-2.25)混合物の σ_b に近似して増加しているが、その後 σ_b 増加の傾きは他に比べ緩やかになっている。このことを言いかねれば、添加物を添加した混合物の曲げ強さは、28日養生以降でも、セメントだけ混合の混合物のそれよりも、 σ_b の増加が大きいことを意味しているといえる。

セメント量7%の(7-0-0), (7-4-0), (7-4-1.5)および(7-3-1.5)混合物の曲げ強さ σ_b と養生日数の関係を図-2に示した。これらの混合物の σ_b と養生日数の関係は、前述の

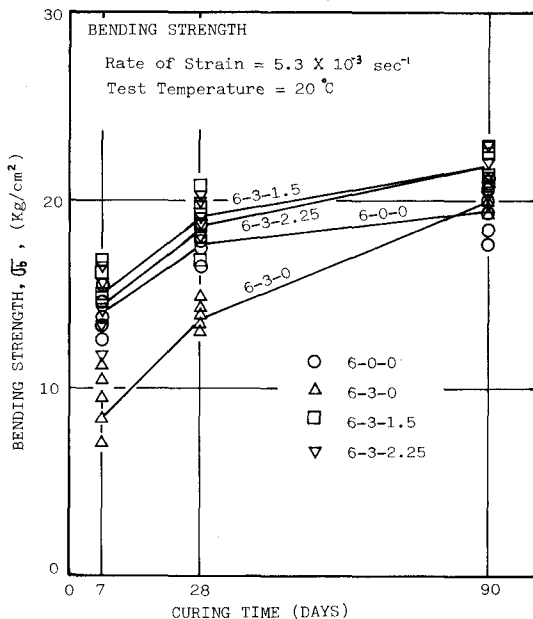


図-1 セメント量6%混合物の曲げ強さと養生日数の関係

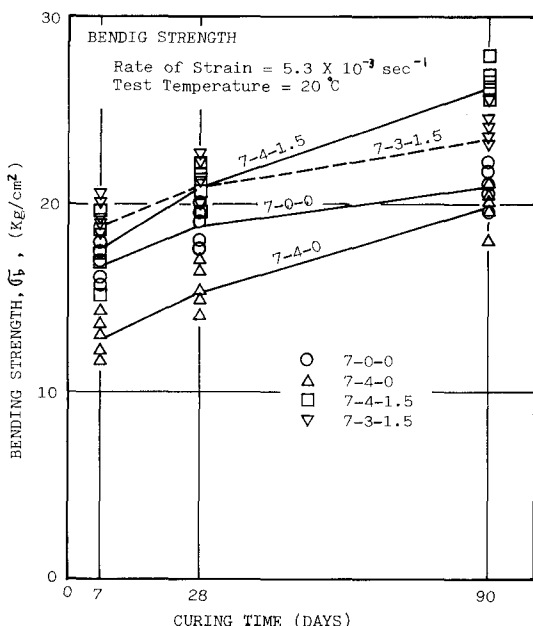


図-2 セメント量7%混合物の曲げ強さと養生日数の関係

セメント量6%のそれぞれの混合物のその関係と類似した結果となった。すなわち、養生日数が長くなるにつれて、混合物の σ_b は次第に増加した。養生日数に関係なく、(7-4-0)混合物の σ_b が他の混合物の σ_b より小さく、添加剤を添加した(7-4-1.5)および(7-3-1.5)混合物の σ_b が大きな値を示した。(6-3-1.5)および(6-3-2.25)混合物でいえたと同様に、ここでも添加剤を添加することにより、 σ_b が大きくなることが明らかとなった。

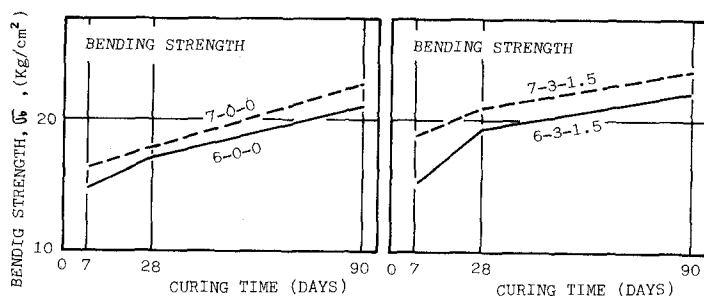


図-3 各種混合物の曲げ強さと養生日数の関係

添加物添加の有無とセメント量の相違による混合物の曲げ強さと養生日数の関係を図-3に示した。添加物無添加でセメント量が異なる(7-0-0)混合物と(6-0-0)混合物を比べると、養生日数に関係なく(7-0-0)混合物の σ_b の方が大きな値を示した。また、添加物の量が同じでセメント量が異なる(6-3-1.5)混合物と(7-3-1.5)混合物の σ_b と養生日数の関係を比べると、養生日数に関係なく、(7-3-1.5)混合物の σ_b の方が大きな値を示した。このことより、添加物添加の有無に関係なく、セメント量の多い混合物の曲げ強さは、少ない混合物のそれよりも大きく表われることが明らかとなった。

4-2. 破壊時のひずみについて

セメント量6%の(6-0-0)、(6-3-0)、(6-3-1.5)および(6-3-2.25)混合物の破

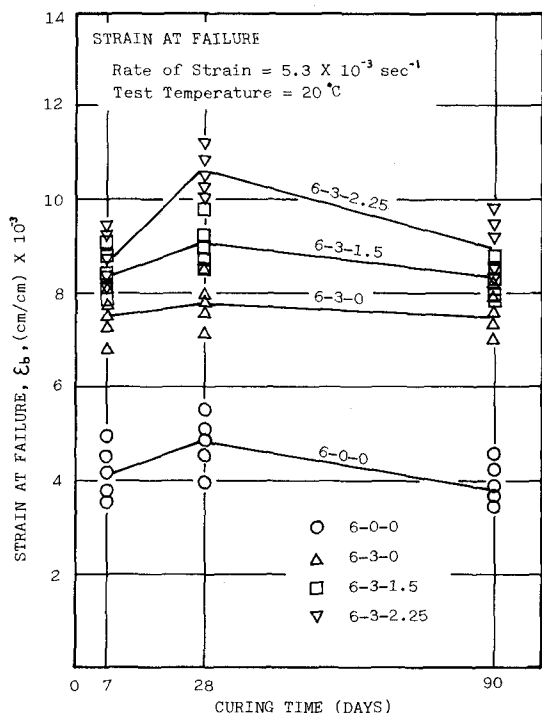


図-4 セメント量6%混合物の破壊時のひずみと養生日数の関係

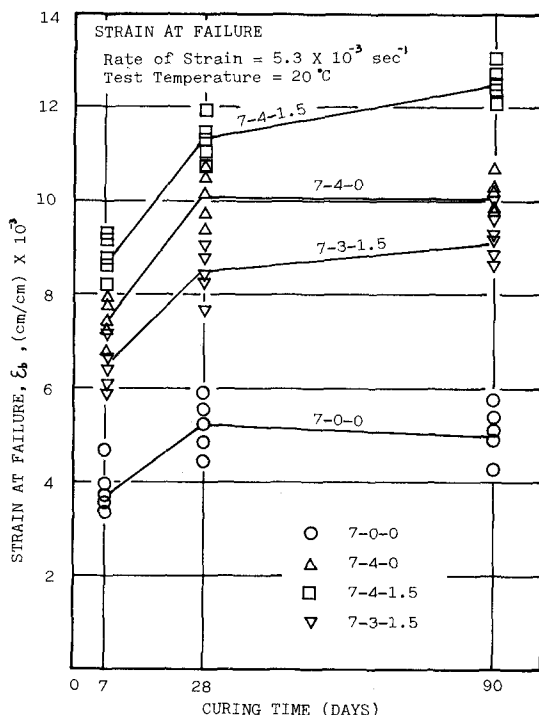


図-5 セメント量7%混合物の破壊時のひずみと養生日数の関係

壊時のひずみ ϵ_b と養生日数の関係を図-4に示した。いずれの混合物も28日養生の ϵ_b は7日養生の ϵ_b よりも大きな値を示したが、90日養生にかけ次第に減少し7日養生の ϵ_b とほぼ等しい値を示した。一オ、全ての養生日数にわたって、(6-3-2.25)混合物の ϵ_b が一番大きな値となり、ついで(6-3-1.5)、(6-3-0)の順に小さくなり、(6-0-0)が一番小さな値を示した。即ち、添加物を添加した混合物の ϵ_b は、無添加混合物より大きな値を示すこと、添加剤を添加することにより混合物の ϵ_b は大きくなることわかった。

セメント量7%の(7-0-0)、(7-4-0)、(7-4-1.5)および(7-3-1.5)混合物の ϵ_b と養生日数の関係を図-5に示した。これらの混合物の ϵ_b は、7日養生から28日養生にかけ増加し、28日養生から90日養生にかけ添加物を添加した(7-4-1.5)および(7-3-1.5)混合物の ϵ_b はさらに増加した。しかし、無添加混合物の ϵ_b は、28日養生の ϵ_b とほぼ同じ値となった。このことから、添加剤を添加することにより、混合物の ϵ_b は大きくなることが明らかとなった。

添加物添加の有無とセメント量の相違による混合物の破壊時のひずみと養生日数の関係を図-6に示した。7日養生では、(7-0-0)混合物の ϵ_b は(6-0-0)混合物の ϵ_b より小さな値を示しているが、28日養生から90日養生にかけ逆転し大きな値を示した。添加物量が同じで、セメント量が異なる(6-3-1.5)混合物と(7-3-1.5)混合物の ϵ_b と養生日数の関係を比べみると、28日養生までは(6-3-1.5)混合物の ϵ_b が大きい、90日養生にかけ逆転し(7-3-1.5)混合物の ϵ_b の方が大きくなった。

5. 結論

ソイルセメント改質材としての添加物を添加した効果を、3点曲げ載荷方式による定ひずみ速度試験を行なった結果、本試験範囲内において以下述べる結論を得た。

- 1) 曲げ強さは、添加物添加の有無および養生日数にかかわらず、セメント量の多い混合物の方が大きな値を示した。
- 2) 同一セメント量を混合した混合物の曲げ強さは、本質系添加剤を添加した方が、無添加のものよりも大きな値を示した。
- 3) 破壊時のひずみは、添加物の量が同じ場合、28日養生までは(6-3-1.5)が大きい、90日養生では(7-3-1.5)混合物の ϵ_b が大きな値を示した。
- 4) 同一セメント量では、本質系添加剤を添加した混合物の ϵ_b は、無添加のものより大きな値を示した。
- 5) 本質系添加剤の添加量の多少が、曲げ強さに及ぼす影響は小さい。

本研究は、北海道工業大学岡山研究室で行なわれた実験の一部を筆者らがまとめたものである。さらに岡山正一助教授に貴重な御意見・御指導をいただいた。記して深甚な謝意を表する。

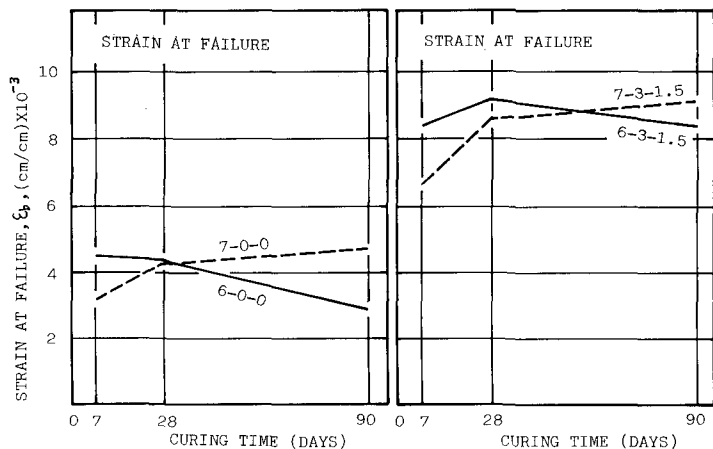


図-6 各種混合物の破壊時のひずみと養生日数の関係