

憐鴻池組 技術研究所 正員 木村政敏  
 同上 正員 川上正史  
 日本セメント(株) 中央研究所 正員 富田六郎

1. まえがき

NTL (New Tunnel Lining) 工法に用いるコンクリートの配合設計および現場品質管理を正確に行うためには、フレッシュコンクリートが打込みから型わく内に充填されるのに必要なワーカビリティを保持する時間(以後、可使時間と呼ぶ)を正確に把握する必要がある。しかし、NTL工法用急硬性コンクリートでは、ワーカビリティの経時変化が急速に生じるため、可使時間を正確に判定するのは非常に困難であり、現在、その方法は確立されていない。

本実験は、可使時間を正確に判定する方法を確立し、配合設計および品質管理を的確に行うことを目的として、スランプ値およびコンクリート温度の経時変化を測定し、両者から可使時間を推定する方法を考察した。また、その方法を用いて、急硬剤(以後、主剤と呼ぶ)および凝結調整剤(以後、補助剤と呼ぶ)の添加量を種々変化させ、主剤量および補助剤添加量と可使時間の関係を考察した。

2. 実験の方法

実験に用いた使用材料を、表. 1 に示す。ベースコンクリート(練り上がり温度: 20℃)の配合は、表. 2 に示す通りである。主剤量は、12、14、16、18、20および22%、また、補助剤量は、0.3、0.4、0.5および0.6%の範囲で種々変化させ、スランプ

表. 1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント(日本セメント(株)製)、比重 3.16
細骨材	京都府城陽市山砂、表乾比重=2.56、F <sub>H</sub> =2.80、吸水率=2.23%
粗骨材	大阪府高槻市砕石、表乾比重=2.68、G <sub>max</sub> =20mm、吸水率=0.92%
混和剤	A E減水剤
水	水道水
主剤	セメント系の急硬剤(日本セメント(株)製)
補助剤	ポリカルボン酸塩基系の凝結調整剤(日本セメント(株)製)

表. 2 ベースコンクリートの配合

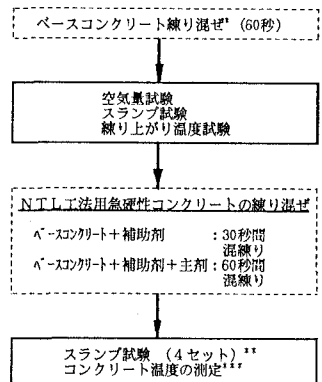
最大骨材 寸法 (mm)	スランプ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水セメント 比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	A E減水剤
20	21±1.5	4±1	60	49.4	204	340	819	879	0.85

試験(JIS A 1101)、コンクリート練り上がり温度測定および試験を発泡スチロール製容器(30×15×15cm)に詰め、熱電対によるコンクリート温度の測定を行なった。実験方法を図. 1 に示しておく。

3. 実験結果および考察

(1) 可使時間の推定方法

本実験の可使時間の推定は、NTLコンクリートのフレッシュ時の特性を考慮して、以下の3つの方法により行った。まず、スランプの低下が比較的早く起きた場合の可使時間の推定方法について述べる。スランプ値と経過時間の関係を示した図. 2 (a) の例1(主剤量16%、補助剤量0.5%)および例2(主剤量14%、補助剤量0.4%)の場合、スランプの低下が起こる時間は、約8分から12分の間に生じている。次に、図. 2 (b) から、この時間内にコンクリート温度が急速に変化している経過時間は、例1(8分)、例2(10分)と読み取れ、この経過時間以後に、反応が急速に進み流動性が失われると考え、これを可使時間と推定した。すなわち、スランプの低下とコンクリート温度が急速に増加し始める経過時間は、ほぼ一致し、両者は高い関連性があると思われる。このことを利用して、以下に述べる例について可使時間の推定を行った。



\*) 水平パン型強制練りミキサ(容量60ℓ)使用。  
 \*\*) スランプコーンを4つ用意し、試験をすべてに  
 予め任意の時間に測定を実施した。  
 \*\*\*) コンクリート温度の測定は練り上がり直後開始。

図. 1 実験方法

図. 2 (c) は、スランプの低下が比較的ゆっくりと進行する場合、および顕著なスランプの低下が測定時間内に起こらなかった場合をそれぞれ例3(主剤量12%、補助剤量 0.4%)および例4(主剤量12%、

補助剤量0.3%)を用いて示している。これらの場合も、可使時間の推定は前述した方法により可能である。まず、スランブの低下が急速に起こる時間は、図. 2 (c)より、例3 (12~20分)、例4 (12分以後)と読み取れる。一方、図. 2 (d)によれば、この時間内

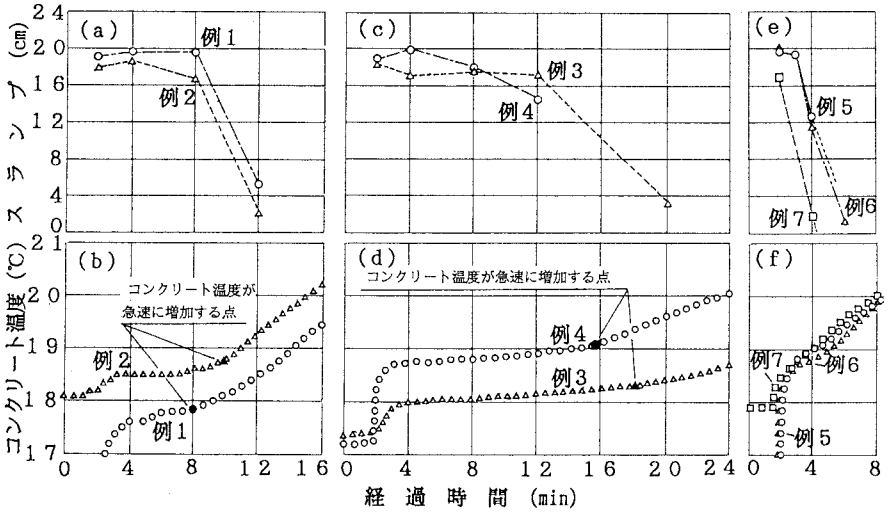


図. 2 スランブおよびコンクリート温度の経時変化の例

あるいは時間以後にコンクリート温度が急速に変化している経過時間は、例3 (18分)、例4 (16分)である。したがって、可使時間は、例1および例2と同じ理由により、例3の場合には18分、および例4の場合には16分と推定できる。

図. 2 (e)は、スランブの低下が急激に起こる場合を例5 (主剤量22%、補助剤量0.6%)、例6 (主剤量16%、補助剤量0.3%)および例7 (主剤量20%、補助剤量0.4%)に示している。この場合は、コンクリート温度の急変点が見出し難いので、可使時間の推定は以下の方法で行なった。図. 2 (e)の例5は、スランブの低下が急激に起こる経過時間(3分)を可使時間と決定する。また、例6のスランブは、2分と4分の値が例5とほぼ同じであり、さらに、図. 2 (f)によれば、例6のコンクリート温度の経時変化は、例5の場合とほぼ一致している。よって、例6の場合も図. 2 (e)に示した破線のように、例5の場合と同様な経路を辿ると推定し、可使時間を3分とした。例7の場合は、例5あるいは例6の場合よりもスランブの低下が急激であり、また、温度上昇も例5および例6の場合に対して、急激に生じているので、可使時間は1分30秒以内であると推定した。よって、この場合は後に述べる可使時間-主剤添加量曲線を不都合のないよう延伸し2分以前の可使時間を曲線上より推定した。

(2) 主剤量および補助剤添加量と可使時間の関係

(1)の可使時間の推定方法により、実験結果から求めた種々の補助剤量に対する可使時間と主剤量の関係を示すと 図. 3の通りである。図の曲線は、補助剤量を一定とした場合の主剤量と可使時間の関係を推測したものであり、各補助剤量ともによく似た曲線となっている。このことは、本推定方法の妥当性を示していると考えられる。

4. 結論

本実験から得られた結果を要約して示すと次の通りである。

- (1)スランブの低下が急速に起こる時間は、コンクリート温度が急速に増加する経過時間とほぼ一致する。
- (2)スランブの低下が急速に起こる時間とコンクリート温度が急速に増加する経過時間の間には、互いに関連性があり、この関係を用いて可使時間を推定することが可能である。
- (3)(2)の方法を用いると、主剤量および補助剤添加量と可使時間の関係を精度よく求めることができる。

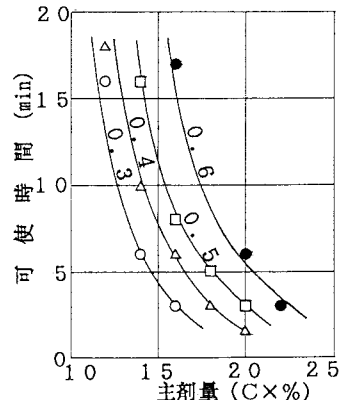


図. 3 主剤量および補助剤量と可使時間の関係 (図中の数字は補助剤量を示す)