

覆工コンクリートにおける給水養生開始時期の品質に与える影響

ハザマ 正会員 ○新居秀一 正会員 白岩誠史
正会員 林俊斉 正会員 齋藤 淳

1. 目的

かぶり部の硬化体組織を緻密にして鉄筋コンクリート構造物の耐久性を向上させるため、壁や柱の型枠を取りはずした後に水中養生と同様の湿潤養生を実現できる浸水養生システム（アクアカーテン、以後AC）の普及を図っている¹⁾。コンクリート打込みから数日後に型枠を取りはずしてACを実施する通常の構造物では、給水開始が2日後となっても脱型当日に給水した場合と同程度の品質が確保できることを確認している²⁾。

一方、コンクリート打込み後18時間前後で型枠が取りはずされるトンネル覆工コンクリートにおいてもACの開始時期は、コンクリートの運搬および打設設備の配置などの施工条件によって、数スパン分遅れることもあるのが現状である。

そこで、トンネル覆工コンクリートに対して、型枠取りはずし後のACの開始時期を変化させ、質量変化、圧縮強度、促進中性化深さに与える影響を評価することとした。

2. 試験内容

コンクリートの配合を表-1に示す。配合条件は、呼び強度：24N/mm²，スランブ：15±2.5cm，空気量：4.5±1.0％である。

供試体の寸法は、直径10cm×高さ20cm、養生の方法は、表-2に示すとおりである。いずれの供試体も材齢18時間で脱型した。ACによる養生は、水中養生と同様の効果が得られることが確認されているため³⁾，本試験では、ACによる養生は水中養生とした。水中1週間養生の開始時期は、当日、1日、3日、1週、2週、3週と変化させ、4週間の水中養生，封かん養生，気中養生を実施した場合との比較も実施した。室内の温度は20℃，相対湿度は60％である。

3. 試験結果

(1) 質量変化試験

質量変化量は、脱型直後の質量を初期値とし、養生中の圧縮強度試験用の供試体3本の平均値とした(図-1)。

AC開始までの時間経過によって供試体質量は減少し、約70～75kg/m³程度まで減少して収束する。ACを開始すると、供試体は急速に吸水し、1週間後には水中養生供試体の質量に近づいていく。

(2) 材齢28日圧縮強度試験

材齢28日圧縮強度試験結果を表-3に示す。また、T1の圧縮強度を100％とした場合の比率を示している。

ここで、T1の供試体は湿潤状態のため、乾燥している供試体

表-1 コンクリートの配合

セメントの種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
			W	C	S	G	ad.
高炉B種	57.0	43.8	154	270	817	1084	1.35

表-2 養生方法

ケースNo.	養生	脱型材齢18時間後の養生方法
T1	水中養生	水中4週
T2	封かん養生	封かん4週
T3	水中(AC)養生	水中1週⇒気中3週
T4		気中1日⇒水中1週⇒気中20日
T5		気中3日⇒水中1週⇒気中18日
T6		気中1週⇒水中1週⇒気中2週
T7		気中2週⇒水中1週⇒気中1週
T8		気中2週⇒水中2週⇒気中1週 (35日強度)
T9		気中3週⇒水中1週⇒気中1週 (35日強度)
T10	気中養生	気中4週

※脱型まで供試体上面はガラス板で封かん

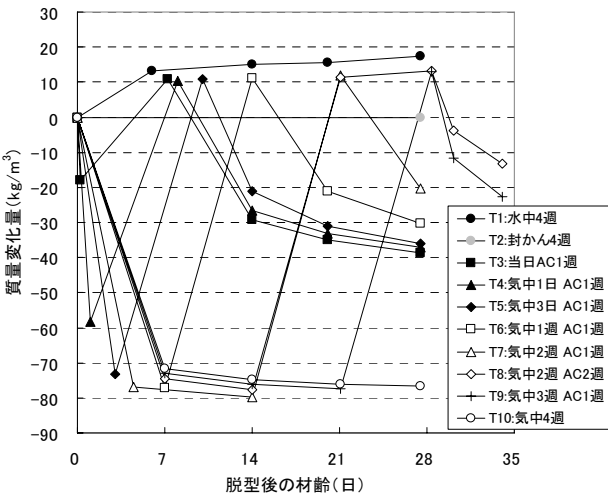


図-1 質量変化試験結果

に対し、10%程度強度が低く測定されている⁴⁾。そこで気乾状態の圧縮強度を推定し、この値との強度比を表-3中の“修正値”，図-2に示す。

コンクリート打設翌日に脱型し、4週間封かん養生したT2，1週間のACを当日開始したT3，翌日開始したT4の圧縮強度比はそれぞれ87%，88%，86%となり同程度である。2週間後にAC養生したT7は62%まで低下するが、2週間後に2週間AC養生すると71%まで強度が回復する。

数日間型枠内にある一般コンクリートに比べて、型枠内養生が短い覆工コンクリートでは、脱型後、気中養生中の乾燥速度が大きく、気中養生期間の影響は、一般コンクリートより大きい。AC開始時期が遅れる場合には、AC実施期間を延長することが望ましい。

表-3 材齢28日圧縮強度

養生方法	圧縮強度 (N/mm ²)	T1に対する圧縮強度比(%)	
		実測値	修正値
T1:水中4週	35.9	100	100
T2:封かん4週	34.9	97	87
T3:当日AC1週	35.1	98	88
T4:気中1日 AC1週	34.3	96	86
T5:気中3日 AC1週	31.4	87	77
T6:気中1週 AC1週	29.8	83	73
T7:気中2週 AC1週	25.8	72	62
T8:気中2週 AC2週	29.0	81	71
T9:気中3週 AC1週	26.3	73	63
T10:気中4週	19.8	55	45

(3) 促進中性化試験

材齢26週での促進中性化深さは、円柱供試体を割裂し、その断面にフェノールフタレインを吹付け、5箇所の中性化深さを測定し、その平均値とした。図-3にその結果を示す。また、表-4には、促進中性化深さの試験値から推定した50年後の中性化深さを示す(式(1)参照)。

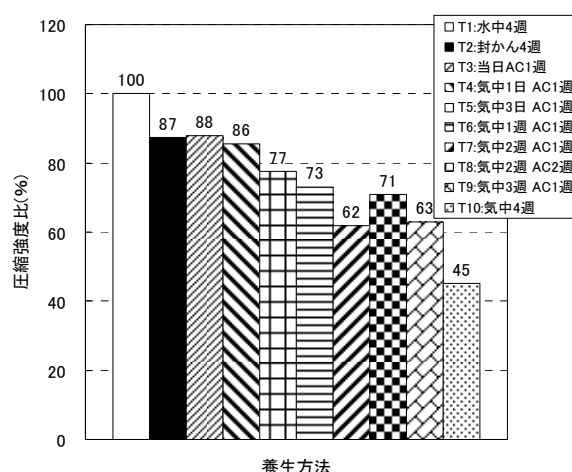


図-2 材齢28日圧縮強度比

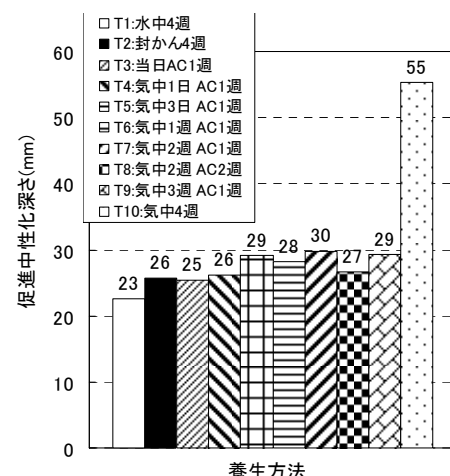


図-3 材齢26週促進中性化試験

表-4 50年後に推定される中性化深さ

ケースNo.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
促進中性化深さ (mm)	23	26	25	26	29	28	30	27	29	55
促進中性化速度係数 (mm/√年)	28	32	31	32	36	35	37	33	36	68
50年後の中性化深さ*1 (mm)	18	20	20	20	23	22	23	21	23	43

*1: 促進試験のCO₂濃度5%は0.03%の167倍の期間に相当⁵⁾

T2, T3, T4の促進中性化深さはそれぞれ26mm, 25mm, 26mmとなり、同程度であった。

また、50年後に推定される中性化深さは、T2, T3, T4の場合は、20mm以下となった。

$$50 \text{ 年後の中性化深さ(mm)} = 1.15 \times \text{促進中性化速度係数} \times \sqrt{50/167} \quad \cdots \cdots \text{式(1)}$$

4. まとめ

- ① AC開始までの気中養生中の質量減少は大きい、1週間のACによって、28日水中養生に近づく。
- ② 4週間封かん養生、1週間のAC養生を当日開始、翌日開始した場合の圧縮強度は、同程度であり、その後は、ACの開始が遅れるほど低下する傾向が認められるが、AC実施期間を延長することで回復する。
- ③ 4週間封かん養生、1週間のAC養生を当日開始、翌日開始した場合の中性化深さは、同程度であり、50年後に推定される中性化深さは、20mm以下となることが確認できた。

参考文献

- 1) 古川幸則・福留和人・庄野昭：コンクリートの浸水養生システム—型枠取りはずし後の給水養生工法の実用化と効果—，コンクリート工学 vol. 49 No. 3 pp21～28 2011. 3
- 2) 庄野昭，齋藤淳：浸水養生の実施方法とその養生効果に関する考察，土木学会第66回年次学術講演会 V-279 pp557～558 2011. 09
- 3) 齋藤淳，庄野昭：水中・封かん・浸水養生したコンクリート円柱供試体圧縮強度の比較，土木学会第66回年次学術講演会 V-288 pp575～576 2011. 09
- 4) コンクリート工学ハンドブック，朝倉書店 pp384，2009. 10
- 5) 阿部道彦・梶田佳寛・田中斉・柳啓：コンクリートの促進中性化試験方法の評価に関する研究，日本建築学会構造系論文報告集，第409号，pp. 1～10. 1990. 3