

水中・封かん・浸水養生がコンクリートの品質に与える影響の評価

ハザマ 正会員 ○林俊斉 正会員 白岩誠史

正会員 新居秀一 正会員 齋藤 淳

1. 目的

かぶりの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、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工法（アクアカーテン，以後AC）の普及を図っている¹⁾。

ここでは、シールド二次覆工コンクリートの養生を想定し、脱型後の養生がコンクリートの品質に与える影響を質量変化試験，圧縮強度試験，促進中性化試験により評価した。また，圧縮強度試験により得られる強度は，試験時の供試体内部の水分量に影響されることが知られており²⁾，養生方法の影響を評価する場合，同一材齢であっても水分量の異なる供試体の圧縮強度を比較する必要があるため，この影響を検討した。

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，スランプ：18±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。脱型後28日間の水中養生，封かん養生，1週間のAC養生，気中養生，および供試体の水分量の影響を確認する水中養生＋気中養生を実施した。養生室内の温度は20℃，相対湿度は60%である。

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.
普通	52.3	42.9	160	304	796	1059	1.52

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
S1	水中養生	水中4週
S2	封かん養生	封かん4週
S3	水中 (AC) 養生	水中1週⇒気中3週
S4		気中1日⇒水中1週⇒気中20日
S5	気中養生	気中4週
S6	水中養生＋気中養生	水中4週＋水中1日
S7		水中4週＋気中1日
S8		水中4週＋水中3日
S9		水中4週＋気中3日
S10		水中4週＋水中1週
S11		水中4週＋気中1週

※脱型まで供試体上面はガラス板で封かん

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，供試体3本の平均値とした。試験結果を図-1に示す。

ACの開始を当日(S3)または翌日(S4)としても1週間後の吸水量は水中養生供試体とほぼ等しくなる。その後，気中養生によって質量は減少し，3週程度で収束する。脱型から気中養生したものは1週以降の質量減少は安定している。

(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。

ここで，同一材齢でありながら，供試体の湿潤状態が異なるS6～S11の試験結果より，水中養生供試体強度に対する気乾養生供試体強度は，乾燥1日で1%，乾燥3日および7日で9%増加している。S1の供試体が気乾状態であったとした場合の圧縮強度は9%増しの45.9N/mm²と推定され，この強度を100%として強度比を修正して表-3，図-2に示した。

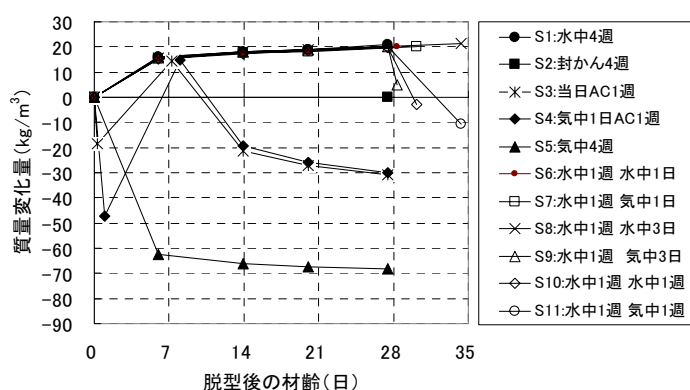


図-1 質量変化試験結果

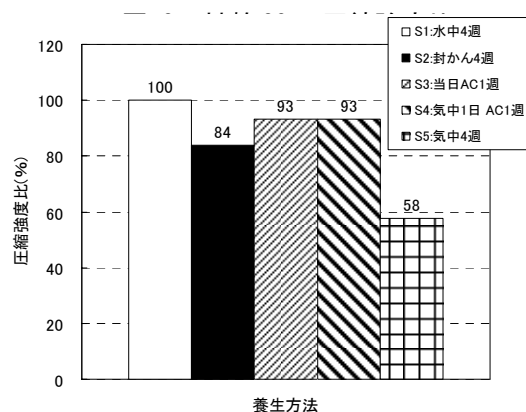
キーワード 二次覆工コンクリート，養生，浸水養生，圧縮強度，促進中性化試験，アクアカーテン

連絡先：〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5 ハザマ土木事業本部 土木設計部 TEL 03-3588-5770

コンクリート打設翌日に脱型し、4週間封かん養生したS2が84%であり、1週間のACを当日開始したS3および翌日開始したS4は、93%の方が、強度が大きい結果となった。無養生であるS5の供試体の圧縮強度は、半減した。

表-3 材齢28日圧縮強度

養生方法	圧縮強度 (N/mm ²)	S1に対する圧縮強度比(%)	
		実測値	修正値
S1:水中4週	42.1	100	100
S2:封かん4週	38.4	91	84
S3:当日AC1週	42.7	101	93
S4:気中1日 AC1週	42.8	102	93
S5:気中4週	26.5	63	58
S6:水中4週 水中1日	42.3	100	100
S7:水中4週 気中1日	43.0	102	100
S8:水中4週 水中3日	42.6	101	101
S9:水中4週 気中3日	46.5	110	101
S10:水中4週 水中1週	44.3	105	105
S11:水中4週 気中1週	48.2	114	105



(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算出した促進中性化速度係数(式(1))および50年後の中性化深さ(式(2))を示す。

S1～S4の促進中性化深さは、15mm～18mmとなり同程度であるが、無養生は、1.6倍程度中性化が速く進行している。

また、S1～S4の50年後に推定される中性化深さは、12mm～14mmとなり、同程度であった。

表-4 50年後に推定される中性化深さ

ケースNo.	S1	S2	S3	S4	S5
促進中性化深さ(mm)	15	16	17	18	27
促進中性化速度係数(mm/√年)	18	20	20	22	33
50年後の中性化深さ*1(mm)	12	12	13	14	21

*1: 促進試験のCO₂濃度5%は0.03%の167倍の期間に相当⁴⁾

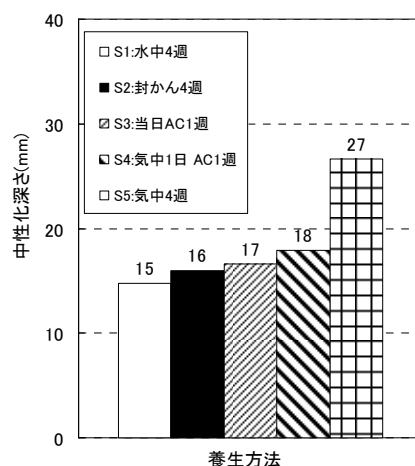


図-3 材齢26週促進中性化試験

$$\text{促進中性化速度係数(mm/}\sqrt{\text{年}}) = \frac{\text{促進中性化試験により測定された中性化深さ}}{\text{促進試験開始からの期間(年)}} \quad \dots \text{式(1)}$$

$$50 \text{ 年後の中性化深さ(mm)} = 1.15 \times \text{促進中性化速度係数} \times \sqrt{50/167} \quad \dots \text{式(2)}$$

4. まとめ

- ① AC開始前までの気中養生の質量減少は大きい、1週間のACによって水中養生と同等の質量となる。
- ② 同一材齢であっても供試体の湿潤状態によって圧縮強度は影響され、湿潤状態の供試体の圧縮強度に比べ、3日以上気乾養生した供試体の圧縮強度は9%程度大きくなる。供試体の湿潤状態によって強度を過少評価することがないように留意する必要がある。
- ③ 4週間の封かん養生に比べ、1週間のAC養生の方が、圧縮強度は9%程度向上する。無養生の供試体強度は半減する。
- ④ S1～S4の促進中性化深さおよび50年後に推定される中性化深さは、同程度であった。無養生の供試体は、1.6倍程度速く進行する。

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ー型枠取りはずし後の給水養生工法の実用化と効果ー，コンクリート工学 vol. 49 No. 3 pp21～28 2011. 3
- 2) コンクリート工学ハンドブック，朝倉書店 pp384, 2009. 10
- 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) 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