

鋼道路橋鉄筋コンクリート床板の初期ひび割れ対策工法に関する研究

九州産業大学工学部

学生会員

○小柳 義也

九州産業大学工学部

正会員

豊福 俊泰

九州産業大学工学部

正会員

佐藤 武夫

アオイ化学工業(株)

潮先 正博

1. まえがき

鋼橋のRC床版は、コンクリート工の施工後まだ車両が通行しない段階で、ひび割れが発生し、既に貫通している事例がある。本研究では、この原因を解明するため、初期ひび割れ発生要因である外気の温度、湿度、風の影響を試験するとともに、膜養生剤による初期ひび割れ対策工法を検討した。

2. 試験概要

本試験では、試験Ⅰとして鋼桁に相当するH鋼(幅60cm×高さ30cm×長さ182cm)上にRC床版の模型を作成し、気象条件として、室内で風作用の条件(風速6m/s)を加え、ひび割れ発生試験を行った。材齢の経過ごとに、ひび割れとコンクリート内部の温度、湿度を観測した。

試験Ⅱでは、恒温恒湿機により、外的条件として外気の温度、湿度を変化(風速なし)させた。また、風洞装置により、外的条件として風速を変化(温度・湿度一定)させた。試験計画は表-1のとおりである。供試体は、養生剤の種類を3種類、養生剤塗布量を0、65、130、(150)、200g/m²の4種類変えて製作した。試験項目は、水分損失量、曲げ強度、圧縮強度、長さ変化率、透水試験とした。

3. 試験結果

(1) RC床版の初期ひび割れ発生試験(試験Ⅰ)

ひび割れは、養生中の初期から橋軸直角方向に発生し、材齢と共に進行した(図-1参照)。発生箇所は、主鉄筋方向の上筋の上、すなわち、かぶりが小さく鋼桁の拘束が大きい箇所ほど発生しやすいことが確認された。温度は、コンクリートの表面付近と内部で差はみられなかったが、湿度は表面付近(材齢7日:78%、1年:53%)と内部(材齢7日:93%、材齢1年:77%)で大きな差が認められ、ひび割れ発生原因となることが検証された。また、温度・湿度は、コンクリート養生初期では、経過日数との関係がみられなかった。

(2) 初期ひび割れ対策工法の試験結果(試験Ⅱ)

a) 水分損失量

水分損失量は、外気の温度の上昇とともに増大するが、20℃程度からはあまり変わらない(図-2参照)。湿度が90%から低下すると急激に水分損失量が大きくなるが、20~60%程度では、あまり変わっていない(図-3参照)。風速が大きくなると増大していくが、10m/s程度からはあまり変わらない(図-4参照)。養生剤塗布量の増大とともに急激に減少するが、150g/m²程度を過ぎると効果が小さくなる(図-5参照)。

これらの試験結果から、水分損失量S(kg/m²)と経過時間T(hr)、養生剤の塗布量Y_t(g/m²)、養生剤の種類Y_s(1:エポキシ系、2:合成樹脂系、3:カチオ

表-1 試験計画

気象条件			対策工法	
風速 (m/s)	温度 (℃)	湿度 (%)	被膜養生剤 の種類	養生剤の塗布量 (g/m ²)
0	10	40、80	合成樹脂系	0、65、130、200
	20	20、60、90		
	30	40、80		
	40	40、80		
0.5、10、15	20	65	エポキシ系	150
0	20	60		
10	40	40		
15	20	65		
10	20	60	カチオン系	65、130、200
	40	40		65、130、200
	20	65		65、130、200
	15	20		200

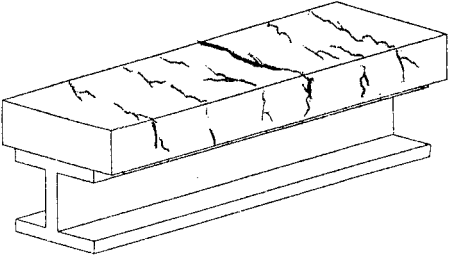


図-1 ひび割れ状況

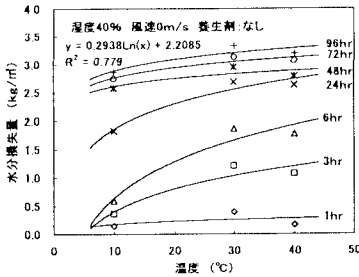


図-2 温度と水分損失量

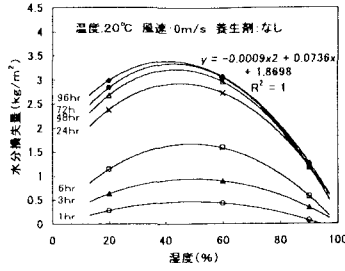


図-3 湿度と水分損失量

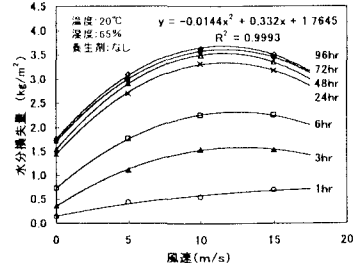


図-4 風速と水分損失量

ん系)、湿度 Mo (%)、風速 V (m/s)、温度 Te (°C) との関係重回帰分析の結果、(1)式が得られた(変数増減法、 $F_{in}=F_{out}=2.0$ データ数 $n=462$ 、重相関係数 $R=0.751$ 、式の下段の () 内は T 値)。

$$S = 2.9576 + 0.0141T - 0.00518Yt - 0.638Ys - 0.0138Mo + 0.0359V + 0.0098Te \quad (1)$$

(15.7) (-12.0) (-9.3) (-6.9) (5.8) (2.7)

水分損失量の増大は、長さ変化率(図-6参照)、透水量(図-7参照)の増加、曲げ強度の低下が認められる。

b) 圧縮強度および曲げ強度

曲げ強度 F_B (N/mm²) は、式(2)から、経過時間、養生剤の種類、塗布量、温度、風速と相関が認められる ($n=132$, $R=0.667$)。

$$F_B = 1.92 + 0.3145T + 0.558Ys + 0.00366Yt + 0.0177Te - 0.0224V \quad (2)$$

(7.4) (3.9) (4.1) (2.5) (-1.7)

また、圧縮強度 F_c (N/mm²) は、(3)式から、経過時間、温度、養生剤の種類、塗布量と相関が認められる ($n=132$, $R=0.889$)。また、温度と圧縮強度は、ほぼ比例している。

$$F_c = 1.47 + 3.2315T + 0.3666Te + 1.216Ys + 0.00626Yt \quad (3)$$

(17.8) (12.2) (2.0) (1.7)

c) 長さ変化率

変化率 L (10^{-6}) は、(4)式から、経過時間、温度、湿度、養生剤の塗布量と相関が認められる ($n=194$, $R=0.524$)。温度が高く、湿度が低いほど変化率は大きくなる。

$$L = 10^{2.3137} \cdot T^{0.8163} \cdot Te^{0.3539} \cdot Mo^{-0.3154} \cdot Yt^{0.0008} \quad (4)$$

(7.4) (2.8) (-2.4) (1.5)

d) 透水量

透水量 W (g) は、(5)式から、養生剤の塗布量、風速と相関が認められる ($n=66$, $R=0.432$)。

$$W = 27.07 - 0.10227Yt + 0.6329V \quad (5)$$

(-3.6) (1.6)

透水量は、圧縮強度、曲げ強度との相関が認められたが、長さ変化率との相関は認められない。

4. まとめ

これらの結果から風作用、低湿度、高温度の状況下でコンクリートを打ち込む場合、水分損失量・長さ変化率が大きくなり初期ひび割れが発生するとともに、透水量が大きなコンクリートになることが検証された。

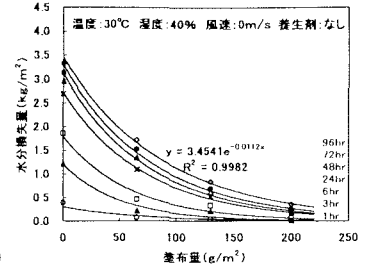


図-5 養生剤塗布量と水分損失量

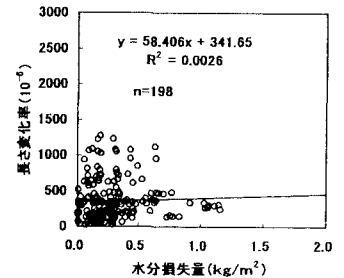


図-6 水分損失量と長さ変化率

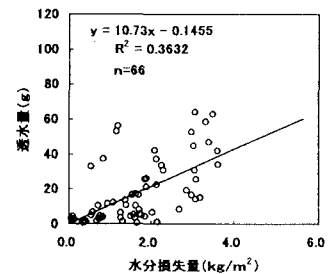


図-7 水分損失量と透水量