

鋼床版上のコンクリート製壁高欄のひび割れに関する温度応力解析

（株）栗本鐵工所 正会員

○石本圭一・津田久嗣・辻野洋慶

1. はじめに

従来の研究¹⁾から、コンクリート床版上の壁高欄に比べ、鋼床版上の壁高欄の方がひび割れの多いことが知られている。本研究では、鋼床版上の壁高欄のひび割れ抑制対策について行った実験をFEM温度応力解析により再現し、実験結果との照合と発生のメカニズムを検証することを目的とする。

2. 解析概要

2.1 解析モデル

本解析と比較する実験の供試体断面寸法を図-1に示す。

この供試体を図-2に示す3次元FEM解析モデルに変換した。

2.2 解析条件

本解析の比較対象となる実験で用いたコンクリートの配合を表-1に示す。表の配合を基に設定した温度応力解析に用いる特性値を表-2に示す。本数値は、コンクリートの施工・養生方法・部材の温度上昇量・舗装の打設方法などの影響を反映し設定した。

3. 供試体各部に作用する外気温の換算

3.1 鋼床版

鋼床版に与えられる日射量(熱量)は被日射面の太陽に対する角度で大きく異なるため、鋼床版部に

用いる外気温は鋼床版下面(日陰)の実測値とした。その場合、実測値より昼間の温度上昇量が小さくなるので、日射の影響を下式により等価な外気温に換算して考慮した。

$$t_e = t_0 + A_{su} \cdot J / \alpha_0$$

t_e : 相当外気温(°C)

t_0 : 外気温(°C)

A_{su} : 表面の日射吸収率

(鋼床版と舗装は1.00)

J : 日射量(W/m² h)

α_0 : 熱伝達率(W/m² °C)

上式中の日射量は、実験期間中に

おける大阪地区の気象庁観測データを用いた。部材に与えられる日射量は、被日射面が水平である鋼床版上面と舗装面に対して、気象観測データの全日射量が与えられると仮定した相当外気温を用いた。

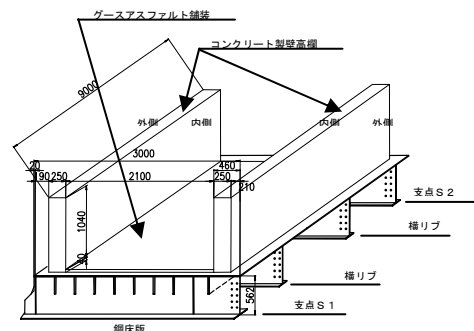


図-1 供試体寸法

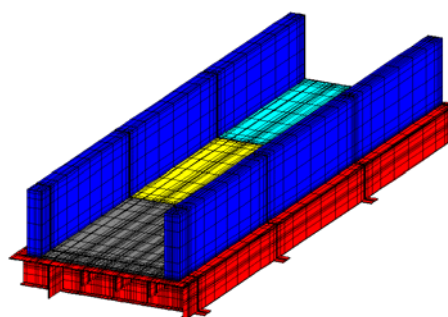


図-2 FEM解析モデル

表-1 コンクリートの配合

設計 材齢 (日)	設計基 準強度 (N/mm ²)	骨材最 大寸法 (mm)	目標 スラング (cm)	目 標 空気量 (%)	セメント の種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
								W	C	S①	S②	G	A
28	30	20	8	4.5	N	49	43.7	167	341	528	228	1003	3.41

表-2 温度解析に用いた特性値

区分	項目	鋼床版	壁高欄コンクリート	ガスアスファルト
温度 解析	解析モデル	3次元FEM解析モデル(舗装3分割施工)		
	設計基準強度 : N/mm ²	—	30.0(設計材齢28日)	—
	セメントの種類	—	普通ポルトランドセメント	—
	単位セメント量 : kg/m ³	—	341	—
	断熱温度上昇式 : °C	—	$Q(t) = Q_{\infty} (1 - e^{-\gamma t^{\delta}})$	—
	熱伝導率 : W/m°C	83.5	2.28	0.157
	密度 : kg/m ³	7700	2300	1025
	比熱 : kJ/kg°C	0.435	0.96	2.09
	熱伝達率 : W/m ² °C	鋼床版上面 30 その他の面 10	側面 8(材齢0~7d) 13(材齢7d~) 上面 13(材齢0~1d, 7d~) 8(材齢1d~7d)	30
	初期温度 : °C	30.0	32.0	25~460°C (0~27min)
	外気温 : °C	鋼床版上面 相当外気温 その他の面 実測 data(日陰)	実測データ(日陰)	相当外気温

キーワード : 鋼床版 壁高欄 ひび割れ 温度応力解析

連絡先 : 〒590-0958 堺市宿院町西 1-1-3 TEL : 072-238-9906

FAX : 072-225-1254

3.2 コンクリート

コンクリートに作用する外気温は、実験での外気温実測データを用いた。ただし、コンクリート材齢 3 日まではコンクリート養生のため供試体をブルーシートで覆ったので、その間は日陰での外気温実測データを用いた。相当外気温と外気温の関係を図-3に示す。

4. 解析結果

4.1 応力解析の主応力履歴

図-4に供試体支間中央部において材齢 10 日目までのコンクリートに作用する主応力の履歴を示す。材齢 5, 7, 10 日目に発生応力が引張強度に近い値を示している。比較実験では材齢 10 日目にひび割れが観測されており、傾向が一致している。図-3と図-4の関係よりひび割れはその発生日と発生日前日の相対外気温の差が大きい時に発生している傾向が見受けられる。

4.2 ひび割れ発生時の応力分布

図-5に材齢10 日目のコンクリートの最大主応力発生時の主応力分布を示す。支点部では供試体内側の鋼床版近傍に最大引張応力が発生している。支間中央部では最大引張応力が壁高欄中心部やや上方で発生している。

実験では供試体外側の鋼床版近傍からひび割れが発生し始めており、解析結果と傾向が一致している。この引張応力は支点部横桁により橋軸方向変位が拘束され、鋼床版が外側にはらんだことにより生じたと考えられる。

4.3 舗装敷設時の応力分布

図-6に支間中央部に舗装を敷設した際の最大主応力発生時の主応力分布を示す。舗装敷設前と比べ、支間中央部外側で最大引張応力が発生する傾向がより顕著になっている。

4.4 実橋におけるひび割れの抑制に対する一提案

鋼床版上の壁高欄ひび割れ抑制対策を以下に提案する。

- 1) 最大主応力が発生する支間中央部に目地を配置する。
- 2) 舗装敷設時の対策として、支間中央部で引張応力が大きくなる壁高欄外側の鉄筋量を増やす。

5. まとめ

- 1) 相当外気温の最大と最小の差が大きく、発生引張応力が大きくなった時にひび割れが発生しやすい状態となる。
- 2) 横桁が橋軸方向変位を拘束することにより支間中央部の壁高欄外側に最大引張応力が発生することが、ひび割れ発生要因となる。その傾向は舗装敷設時に顕著となる。
- 3) ひび割れ抑制対策としては壁高欄外側の鉄筋量を増やすことや、目地を横桁間に配置することが考えられる。

参考文献：1) 橋場他：鋼床版上の RC 高欄のひび割れ対策検討コンクリート工学年次論文報告集，Vol.14，No.2(1992)

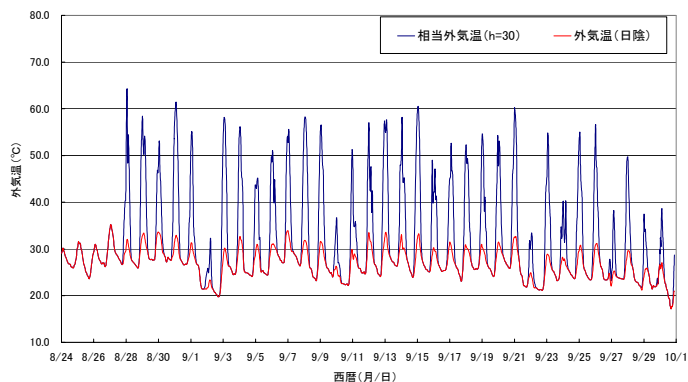


図-3 外気温と相当外気温

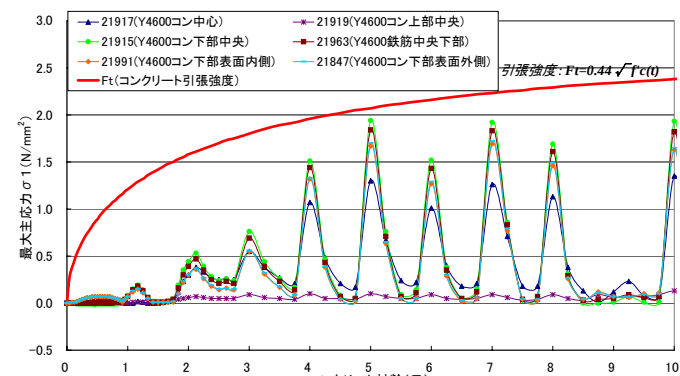


図-4 コンクリート打設完了～材齢10 日までの壁高欄コンクリートの主応力履歴

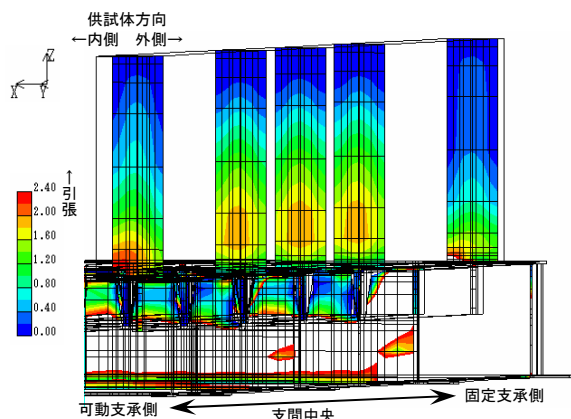


図-5 材齢 10 日目最大主応力発生時のコンクリート横断面の主応力分布

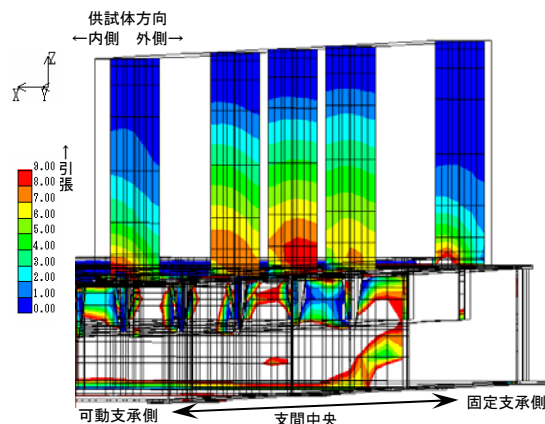


図-6 支間中央付近への舗装打設時のコンクリート横断面の主応力分布