

## 低収縮高炉セメント A 種コンクリートの実構造物への適用事例

## Application in a Full-Scale Structure of Low-Shrinkage Concrete Using Type A Blast-Furnace Slag Cement

石 関 浩 輔 閑 田 徹 志  
笠 井 浩 百 瀬 晴 基<sup>1)</sup>

## 要 約

高炉セメントコンクリートは環境負荷低減に大きく寄与することから、RC 造建築構造物への適用が期待されているが、一般的な高炉セメント B 種コンクリートは高温環境下での収縮ひび割れ抵抗性や中性化抵抗性が低いなどの課題も指摘されており、地下躯体への適用に限定されている。本報では、高炉セメントコンクリートを地上躯体へ適用することを目的として、中性化抵抗性が高く適用部位に制限のない高炉セメント A 種に着目し、カルシウム系混和材を添加することで収縮ひび割れ抵抗性を高めた低収縮高炉セメントコンクリートを開発し、実構造物の床スラブへ適用した。現場受入試験の結果、コンクリートの品質管理は良好であり、ワーカビリティの良好なコンクリートを打設することができた。また、床スラブの温度・ひずみ計測の結果、床スラブに生じる引張応力はコンクリートのひび割れ強度を大きく下回っており、打設から約 1 年後も床スラブにひび割れは生じておらず、品質の高い床スラブを実現した。

## 目 次

- I. はじめに
- II. 対象建物の概要
- III. 標準期および夏期における品質確認実験
- IV. 実構造物におけるひび割れ抵抗性評価
- V. おわりに

## I. はじめに

高炉セメントコンクリートは環境負荷低減に大きく寄与することから、RC 造建築構造物への適用が期待されているが、一般に流通している高炉セメント B 種コンクリートは普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートに比べて、特に高温環境下での収縮ひび割れ抵抗性が低下するといった課題も指摘されている。また、建築構造物への適用に際して、高炉セメント B 種コンクリートは中性化抵抗性が低く、公共工事標準仕様書では地下躯体への限定的な適用が推奨されている<sup>1)</sup>。

筆者らはこの問題に対して、高炉セメント B 種よりも高炉スラグの影響の小さい高炉セメント A 種に着目し、低収縮性を付与するため石膏と炭酸カルシウムを添加した低収縮高炉セメントコンクリート（以下、BLS コンクリート）を開発し、フレッシュ性状および強度発現が普通セメントコンクリートと同等であり、普通セメントコンクリートを超える収縮ひび割れ抵抗性を有することを確認した<sup>2)</sup>。

本報では、BLS コンクリートの実構造物への適用にあたり、品質

安定性を確認することを目的としてフレッシュ試験および強度試験を実施した。また、実構造物において BLS コンクリートの収縮ひび割れ抵抗性を評価することを目的として、床スラブを対象に温度・ひずみ計測を実施した。

## II. 対象建物の概要

Fig.1 に対象建物の概要を示す。対象建物は地上 12 階、地下 1 階の事務所ビルである。適用対象は地上階のデッキ床スラブであり、設計基準強度 21N/mm<sup>2</sup>、スランプ 15cm であった。基準階の長辺方向は 43.2m、短辺方向は 20.7m で、デッキ床スラブに適用した BLS コンクリートの数量は約 1200m<sup>3</sup>であった。

原設計ではデッキ床スラブコンクリートに普通セメントコンクリートを使用することとなっていたが、乾燥収縮ひび割れの発生が懸念されたため、BLS コンクリートの使用を提案し、採用された。

## III. 標準期および夏期における品質確認実験

## 1. 実験概要

標準期および夏期における品質確認実験では、BLS コンクリートの出荷時における品質安定性を確認することを目的として、フレッシュ試験および強度試験を実施した。

## 2. 使用材料および調合

Table 1 に使用材料を示す。セメントは普通ポルトランドセメントとし、BLS コンクリートを出荷する工場の常用品を用いた。混和

1) 東京建築支店 Tokyo Architectural Construction Branch

**キーワード** : コンクリート, 高炉スラグ微粉末, 高炉セメント, ひび割れ, 収縮, クリープ

**Keywords** : concrete, ground granulated blast-furnace slag, blast-furnace slag cement, crack, shrinkage

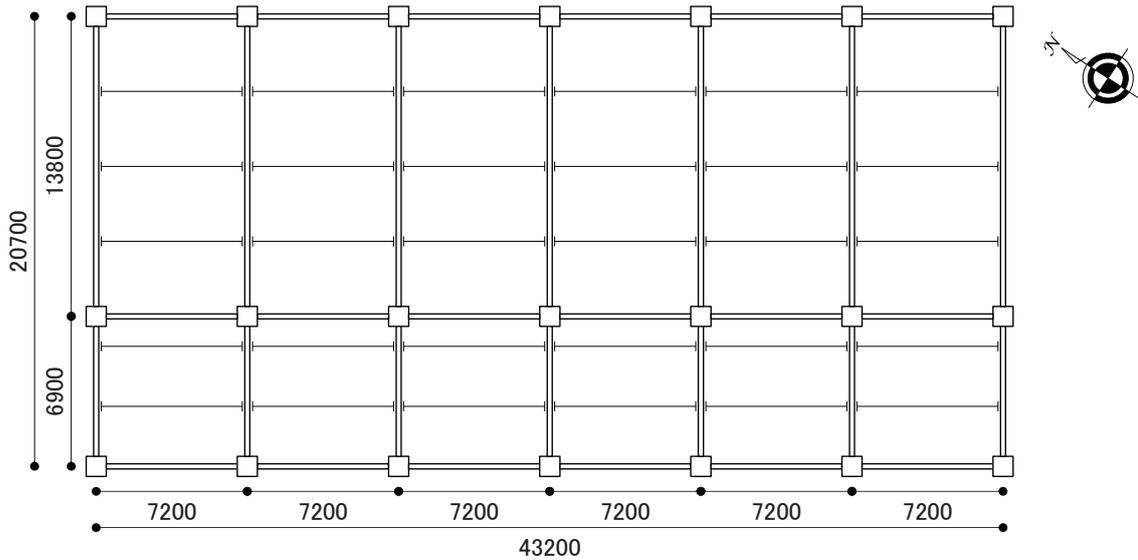


Fig.1 対象建物の基準階床伏図  
(Standard Floor Framing Plan of the Building)

材は BLS コンクリート用の高炉スラグ系混和材を用いた。この他に、標準期では AE 減水剤標準形 I 種を、夏期では AE 減水剤遅延形 I 種を使用した。

Table 2 にコンクリートの調合表を示す。本実験で打設されるコンクリートは設計基準強度 21N/mm<sup>2</sup> であり、構造体強度補正值<sub>28S<sub>91</sub></sub> は JASS5<sup>9)</sup>における普通ポルトランドセメントに準じるため、標準期は 24-15-20N、夏期は 27-15-20N となる。

Table 3 に試験項目を示す。試験はスランプ (JIS A 1101)、スランプフロー (JIS A 1150)、空気量 (JIS A 1128)、コンクリート温度 (JIS A 1156)、圧縮強度 (JIS A 1108) を実施した。試験は、適当な間隔を空けたトラックアジテータから採取したコンクリートを対象に、標準期、夏期のいずれも合計 10 回とし、工場出荷時と現場受入時に同じトラックアジテータを対象に実施した。現場受入時の管理値は、スランプ 15±2.5cm、空気量 4.5±1.5%とした。

3. 実験結果

Table 4, Table 5 に実験結果の一覧を示す。また、Fig.2, Fig.3 にスランプ試験結果を、Fig.4, Fig.5 に空気量試験結果を、Fig.6, Fig.7 に強度試験結果を示す。Fig.2~Fig.5 より、現場受入時のスランプおよび空気量は標準期および夏期のいずれも管理値を満足しており、ワーカビリティの良好なコンクリートを出荷可能であることが確認できた。

スランプに着目すると、工場出荷時から現場受入時までのスランププロスは標準期において 3.0~9.0cm、夏期において 4.5~8.0cm であり、普通ポルトランドセメントコンクリートよりも若干大きい結果であったが、通常の混和剤使用量の範囲内で所定のスランプが得られた。また、空気量に着目すると、工場出荷時から現場受入時までの空気量のロス標準期において 0.0~1.2%、夏期において 0.0~0.7%であり、普通ポルトランドセメントコンクリートと同等の値であった。以上のことから、BLS コンクリートは一般的な混和剤の使用量でフレッシュ性状を管理可能であることが確認された。

Fig.6, Fig.7 より、標準期および夏期のいずれにおいても、圧縮

Table 1 使用材料  
(Materials of Concrete)

項目	記号	材料	物性値
セメント	C	普通ポルトランドセメント	密度3.16g/cm <sup>3</sup>
混和材	BFS	高炉スラグ系混和材	密度2.88g/cm <sup>3</sup>
水	W	工業用水	—
細骨材	S	砕砂(栃木県佐野市産) 質量割合40%	表乾密度2.66g/cm <sup>3</sup> F.M. 3.30
		山砂(千葉県市原市産) 質量割合60%	表乾密度2.60g/cm <sup>3</sup> F.M. 2.10
粗骨材	G	砕石(栃木県佐野市産)	表乾密度2.70g/cm <sup>3</sup> F.M. 60.0
混和剤	Ad	AE減水剤標準形 I 種(標準期)	—
		AE減水剤遅延形 I 種(夏期)	—

Table 2 調合表  
(Mix Proportion)

打設時期	コンクリート	W/B (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					
			C	BFS	W	S	G	Ad
標準期	24-15-20N	59.2	216	80	175	802	1021	2.96
夏期	27-15-20N	52.9	247	92	179	750	1026	3.39

Table 3 試験項目および方法  
(Test Items and Methods)

試験項目	試験方法	備考
スランプ	JIS A 1101	—
スランプフロー	JIS A 1150	—
空気量	JIS A 1128	—
コンクリート温度	JIS A 1156	—
圧縮強度	JIS A 1108	標準養生 材齢28日

強度は呼び強度を満足しており、強度発現が安定していることが確認された。なお、標準期は工場出荷時に採取した供試体の圧縮強度と現場受入時に採取した供試体の圧縮強度の差が最大 6.9N/mm<sup>2</sup> と若干大きかったが、これは現場受入時の供試体作製時のコンクリート充填不足のためと考えられた。このことから、夏期は現場受入時の供試体作製時の締固めをより慎重に実施した結果、工場出荷時の圧縮強度との差は最大 4.1N/mm<sup>2</sup> と、標準期よりも小さくなった。

Table 4 フレッシュコンクリート試験結果および強度試験結果 (標準期)

(Result of Fresh Concrete Tests and Compressive Strength with Standard Curing under Standard Climatic Conditions)

試験回数	工場出荷時						現場受入時					
	スラブ (cm)	スラブフロー (cm × cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度(°C)	外気温 (°C)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	スラブ (cm)	スラブフロー (cm × cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度(°C)	外気温 (°C)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
1	19.0	32.5 × 31.0	4.6	27	22	35.1	14.0	24.0 × 24.0	3.6	27	24	31.9
2	20.0	35.5 × 34.5	4.6	26	23	32.3	17.0	27.0 × 26.5	4.3	25	23	29.4
3	20.0	34.0 × 33.5	5.4	26	22	33.6	15.5	24.5 × 23.5	4.2	24	22	30.0
4	20.5	36.5 × 36.5	5.0	26	22	33.6	12.5	22.5 × 22.0	5.0	24	22	27.9
5	20.0	34.0 × 33.5	5.7	26	22	33.4	13.5	25.0 × 24.5	4.9	25	22	29.4
6	20.0	34.0 × 33.0	5.9	26	21	33.6	13.5	25.0 × 25.0	5.1	25	22	26.7
7	20.0	34.5 × 34.5	5.0	26	22	33.8	15.5	24.5 × 24.0	4.7	24	22	30.4
8	20.0	36.0 × 34.5	5.0	26	22	34.2	15.5	26.5 × 26.0	4.0	24	22	30.9
9	20.0	35.0 × 33.0	4.8	26	21	33.7	15.5	26.0 × 24.5	4.1	24	22	29.3
10	20.0	33.5 × 32.0	5.0	26	21	33.2	16.0	27.0 × 26.5	4.0	24	22	28.6

Table 5 フレッシュコンクリート試験結果および強度試験結果 (夏期)

(Result of Fresh Concrete Tests and Compressive Strength with Standard Curing under Summer Climatic Conditions)

試験回数	工場出荷時						現場受入時					
	スラブ (cm)	スラブフロー (cm × cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度(°C)	外気温 (°C)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	スラブ (cm)	スラブフロー (cm × cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度(°C)	外気温 (°C)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
1	22.0	32.5 × 31.0	4.4	32	29	36.4	15.0	25.5 × 24.0	4.1	32	29	36.5
2	22.0	31.0 × 29.5	4.8	31	32	34.7	14.5	24.5 × 24.5	4.6	32	31	33.9
3	22.5	31.0 × 29.5	4.0	32	31	35.6	16.5	26.5 × 25.0	4.5	32	32	35.7
4	22.0	31.0 × 29.5	4.8	32	31	38.0	17.5	29.0 × 28.0	4.5	32	28	37.5
5	22.0	31.0 × 29.5	4.8	32	31	38.8	16.5	26.0 × 25.0	5.0	32	28	35.1
6	22.0	31.0 × 29.5	5.0	32	31	37.4	14.0	25.0 × 23.0	4.9	32	28	33.8
7	22.0	31.0 × 29.5	4.7	32	31	38.1	15.5	24.0 × 23.5	4.7	32	28	34.0
8	22.0	31.0 × 29.5	5.0	32	31	36.9	16.0	27.5 × 27.0	4.6	32	28	33.4
9	21.5	31.0 × 29.5	4.8	32	31	37.6	16.5	26.5 × 25.0	4.1	31	28	35.6
10	21.5	31.0 × 29.5	4.6	31	30	37.4	16.5	30.0 × 28.5	4.2	31	28	35.3

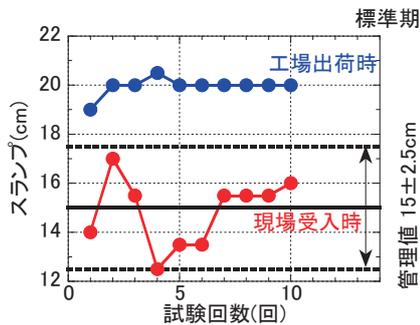


Fig.2 スラブ試験結果 (標準期)  
(Test Results of Slump under Standard Climatic Conditions)

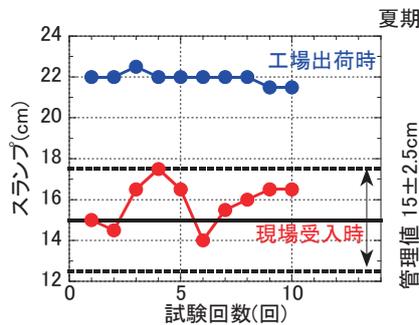


Fig.3 スラブ試験結果 (夏期)  
(Test Results of Slump under Summer Climatic Conditions)

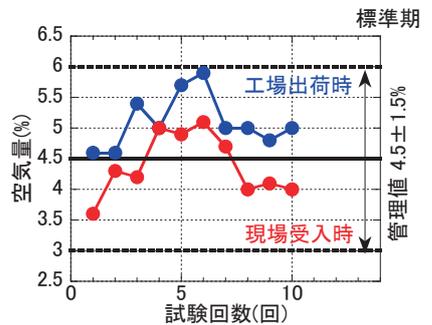


Fig.4 空気量試験結果 (標準期)  
(Test Results of Air Content under Standard Climatic Conditions)

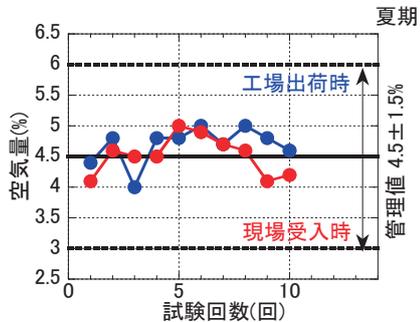


Fig.5 空気量試験結果 (夏期)  
(Test Results of Air Content under Summer Climatic Conditions)

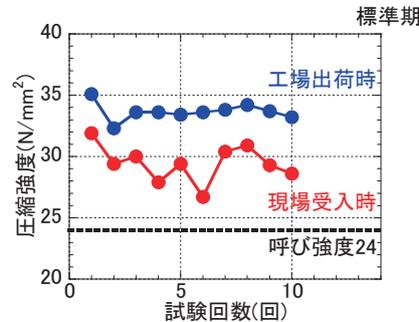


Fig.6 圧縮強度試験結果 (標準期)  
(Compressive Strength under Standard Climatic Conditions)

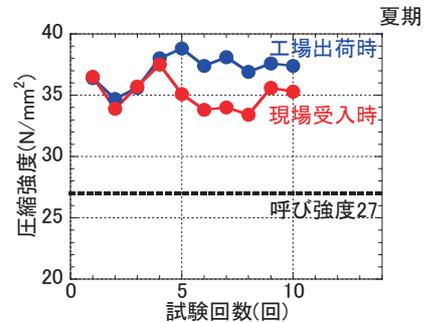


Fig.7 圧縮強度試験結果 (夏期)  
(Compressive Strength under Summer Climatic Conditions)

IV. 実構造物におけるひび割れ抵抗性評価

1. 実験概要

実構造物におけるひび割れ抵抗性評価では、実構造物において BLS コンクリートの収縮ひび割れ抵抗性を評価することを目的として、床スラブを対象に温度・ひずみ計測を実施し、スラブに発生する応力を算出した。

2. 使用材料および調合

使用材料は品質確認実験と同一のものを使用した。混和剤は、AE 減水剤遅延形 I 種を使用した。

Table 6 にコンクリートの調合表を示す。打設時期が 6 月下旬のため、コンクリートは 24-15-20N となる。

3. 計測概要

Fig.8 に温度・ひずみ計測位置を示す。Fig.8 に示す打設工区は鉄骨大梁で囲まれた 13800×7200mm の範囲であり、スラブ厚さは 150mm、長辺方向の大梁は H-800×350×16×36、短辺方向の大梁は H-800×250×14×22 であった。温度・ひずみの計測位置は、コンクリートについては打設工区中央部（計測点 C1）、柱近傍（計測点 C2）の 2 箇所 Fig.8 に示す 3 方向を対象に計測し、大梁については長辺方向中央部（計測点 S1）、柱近傍（計測点 S2）の 2 箇所軸方向を対象に計測を行った。コンクリートの温度・ひずみはスラブ厚の中央部で計測し、大梁の温度・ひずみは梁の上部フランジ表面で計測した。

4. 実験結果

Fig.9～Fig.11 に、計測により得られた材齢 123 日までのコンクリートおよび鉄骨の全ひずみを示す。コンクリートの全ひずみは、材齢初期に 50μ程度膨張し、また材齢 20 日頃に 100μ程度まで膨張しているが、その後は全体的に収縮傾向を示し、材齢 123 日時点では 50μ～150μ程度の収縮ひずみとなった。また、鉄骨の全ひずみは、計測点 S1 ではコンクリートの全ひずみと同様の傾向を示しているが、計測点 S2 では材齢 20 日頃の膨張が 150μと大きく、材齢 123 日時点のひずみが約 25μの膨張側にあった。

BLS コンクリートの収縮性状を確認するため、スラブのひずみ計測により得られたひずみを収縮ひずみと温度ひずみに分解した。

はじめに、コンクリートの線膨張係数を求めた。本報ではコンクリートの材齢初期の膨張・収縮が落ち着いたと考えられる材齢 28 日から計測終了時までの期間について、6 時間間隔で抽出したデータからコンクリートおよび鉄骨のひずみと温度の関係を求めた。

Table 7 に算定した線膨張係数一覧を示す。なお、コンクリートの線膨張係数は各計測点において X、Y、C の 3 方向について算出した値の平均値であり、鉄骨の線膨張係数は S1、S2 の各計測点について算出した値の平均値である。

算定した線膨張係数を用いて、コンクリートおよび鉄骨の温度ひずみおよび収縮ひずみを算定した。それぞれのひずみの算定式を式に示す。

$$\begin{aligned} \epsilon_s &= \epsilon_{total} - \epsilon_T \\ \epsilon_T &= \alpha \cdot \Delta T \end{aligned} \tag{1}$$

ここに、 $\epsilon_s$ : 収縮ひずみ、 $\epsilon_{total}$ : 全ひずみ、 $\epsilon_T$ : 温度ひずみ、 $\alpha$ : 線膨張係数 (1/°C)、 $\Delta T$ : 温度変化量 (°C) である。

Fig.15, Fig.16 にコンクリートの収縮ひずみを示す。Fig.15,

Table 6 調合表 (Mix Proportion)

打設時期	コンクリート	W/B (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					
			C	BFS	W	S	G	Ad
修正標準期	24-15-20N	57.1	226	84	177	784	1024	3.10

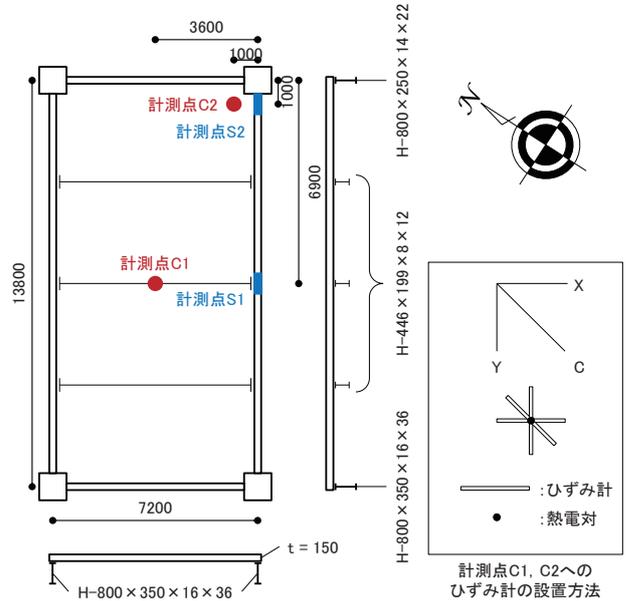


Fig.8 温度・ひずみ計測位置 (Location of Measuring Temperature and Strain)

Table 7 線膨張係数一覧 (Thermal Expansion Coefficient of Concrete and Steel)

計測点		線膨張係数(μ/°C)
コンクリート	C1	10.1
	C2	9.21
鉄骨		10.2

Fig.16 より、いずれの計測点においても材齢初期に 50μ程度の膨張ひずみが得られていることがわかる。文献 2)において、BLS コンクリートは硬化初期に 70μ程度膨張することが報告されており、実躯体においても同様の挙動が確認できた。また、いずれの計測点においても材齢 60～80 日において膨張挙動が確認できるが、現時点ではこれらの膨張挙動の原因は不明である。

Fig.17 に鉄骨の収縮ひずみを示す。Fig.17 より、計測点 S1 では鉄骨に収縮ひずみが生じているのに対し、計測点 S2 では鉄骨に膨張ひずみが生じていることがわかる。これは、計測点 S1 ではコンクリートの収縮により鉄骨が軸方向の圧縮を受けている一方で、計測点 S2 では計測スパン内のコンクリートの収縮により柱近傍の鉄骨が軸方向の引張を受けているためと考えられる。

5. 応力算定

BLS コンクリートのひび割れ抵抗性を定量的に評価するため、スラブに生じる収縮応力を算出し、コンクリートのひび割れ強度と比較した。

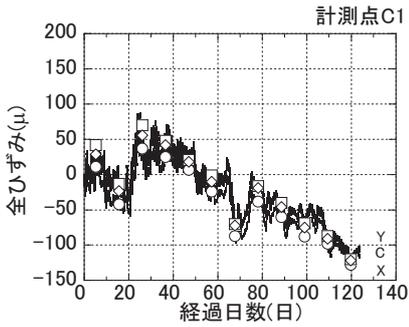


Fig.9 全ひずみの計測結果 (C1)

(Total Strain History of Concrete at C1)

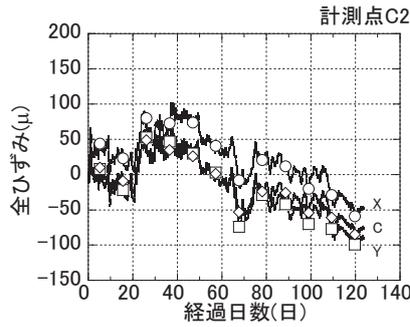


Fig.10 全ひずみの計測結果 (C2)

(Total Strain History of Concrete at C2)

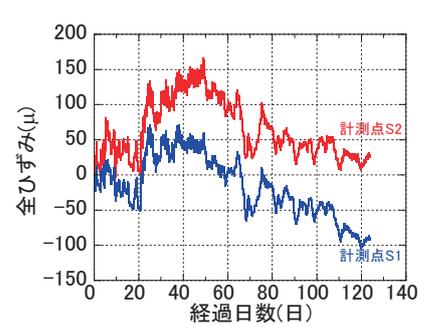


Fig.11 全ひずみの計測結果 (S1, S2)

(Total Strain History of Steel)

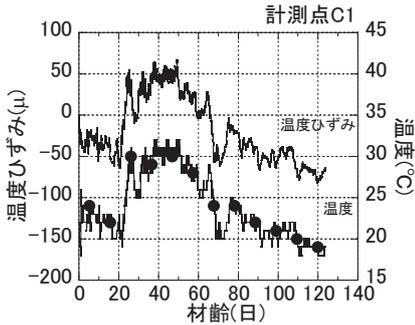


Fig.12 温度ひずみの算定結果 (C1)

(Thermal Strain History of Concrete at C1)

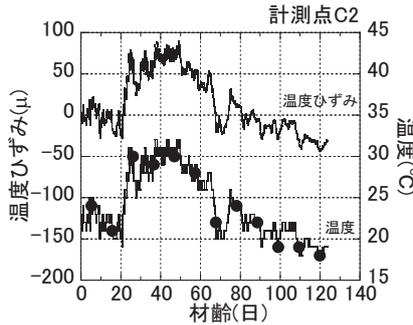


Fig.13 温度ひずみの算定結果 (C2)

(Thermal Strain History of Concrete at C2)

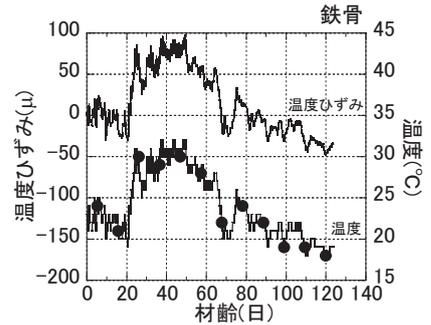


Fig.14 温度ひずみの算定結果 (S1, S2)

(Thermal Strain History of Steel)

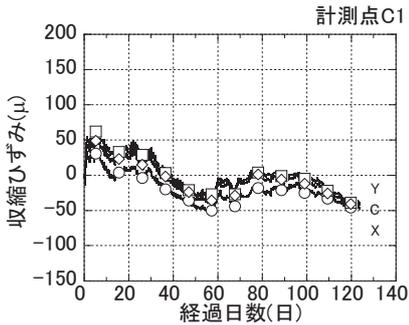


Fig.15 収縮ひずみの算定結果 (C1)

(Shrinkage Strain History of Concrete at C1)

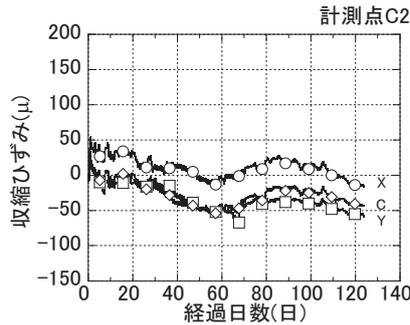


Fig.16 収縮ひずみの算定結果 (C2)

(Shrinkage Strain History of Concrete at C2)

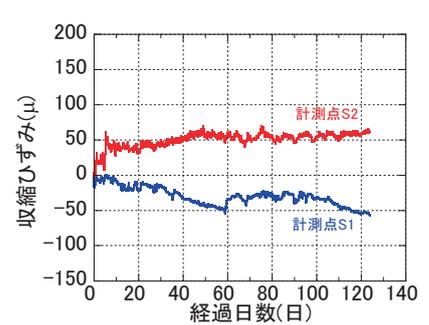


Fig.17 収縮ひずみの算定結果 (S1, S2)

(Shrinkage Strain History of Steel)

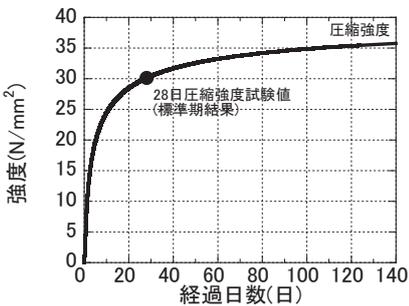


Fig.18 圧縮強度の算定結果

(Compressive Strength History)

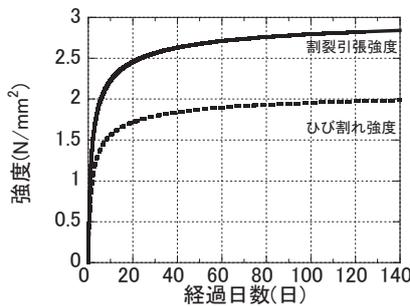


Fig.19 割裂引張強度および

ひび割れ強度の算定結果

(Tensile and Crack Strength History)

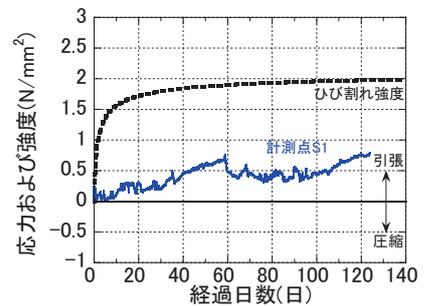


Fig.20 応力の算定結果

(Total Stress in the Slab)

コンクリートのひび割れ強度は以下のように求めた。まず、標準期の現場受入時の圧縮強度試験結果を基に、(2)式に示す CEB-FIP 1990 モデルコード<sup>4)</sup>の係数を同定して圧縮強度の回帰式を求めた。この時、圧縮強度は 10 回の平均値を用いた。次に、圧縮強度

の回帰式を基に、(3)式に示す野口式<sup>5)</sup>の係数を同定して割裂引張強度の回帰式を求めた。最後に、割裂引張強度の回帰式に 0.7 を乗じてひび割れ強度を算定した<sup>6)</sup>。それぞれの回帰式の算定結果を Fig.18, Fig.19 に示す。

$$f_c(t) = \exp\left\{s\left[1 - \left(\frac{28}{t}\right)^{0.5}\right]\right\} f_{c28} \quad (2)$$

ここに、 $f_c(t)$ : 材齢  $t$  日におけるコンクリートの圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)、 $t$ : コンクリートの材齢 (日)、 $f_{c28}$ : 材齢 28 日におけるコンクリートの 28 日圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)、 $s$ : セメント種類に関わる定数である。

$$f_t(t) = 0.291 f_c(t)^{0.637} \quad (3)$$

ここに、 $f_t(t)$ : 材齢  $t$  日におけるコンクリートの圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)、 $f_t(t)$ : 材齢  $t$  日におけるコンクリートの割裂引張強度 (N/mm<sup>2</sup>) である。

また、スラブに生じる収縮応力は、ひび割れ発生前までのスラブコンクリートと鉄骨梁の完全附着を仮定し、梁のひずみの計測結果を基に、力の釣り合いから式を用いて求めた。

$$\sigma_s(t) = -\frac{A_s}{A_c} E_s \varepsilon_s(t) \quad (4)$$

ここに、 $\sigma_s(t)$ : 材齢  $t$  日における収縮応力 (N/mm<sup>2</sup>)、 $A_s$ : 鉄骨の断面積 (mm<sup>2</sup>)、 $A_c$ : コンクリートの断面積 (mm<sup>2</sup>)、 $E_s$ : 鉄骨の静弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>)、 $\varepsilon_s(t)$ : 材齢  $t$  日における鉄骨のひずみである。

Fig.20 に、鉄骨の収縮ひずみから算出した、スラブに生じる収縮応力を示す。なお、収縮応力はコンクリートにひび割れが発生しやすいと考えられるスラブ中央部の計測点 S1 について算出した。Fig.20 より、計測点 S1 ではスラブに引張応力が生じているが、材齢 123 日時点で約 0.8N/mm<sup>2</sup> 程度であり、ひび割れ強度約 2.0N/mm<sup>2</sup> を下回っていることがわかる。このことから、実構造物において BLS コンクリートのひび割れ抵抗性の高さが確認された。

計測を終了した材齢 123 日時点でスラブ表面を観察した結果、床スラブにひび割れは発生していなかった。また、その後の観察により、材齢 1 年時点でもスラブにひび割れは発生していなかった。以上から、BLS コンクリートを使用することにより、品質の高いデッキ床スラブを実現した。

## V. おわりに

本報では、収縮ひび割れ抵抗性を高めた低収縮高炉セメントコンクリート(BLS コンクリート)の実構造物への適用にあたり、品質安

定性を確認することを目的としてフレッシュ試験および強度試験を実施した。また、実構造物において BLS コンクリートの収縮ひび割れ抵抗性を評価することを目的として、床スラブの温度・ひずみ計測を実施した。その結果、下記の事項が明らかとなった。

- 現場受入時のフレッシュ試験の結果から、標準期および夏期にてスランプ、空気量のいずれも管理値を満足した。このことから、BLS コンクリートは一般的な混和剤の使用量でフレッシュ性状を管理可能であることが確認された。
- BLS コンクリートを適用したデッキ床スラブの温度・ひずみ計測を実施し、床スラブに生じる収縮応力を算定した結果、コンクリートのひび割れ強度を大幅に下回っていることが確認された。また、材齢 1 年時点で床スラブにひび割れは確認されなかった。このことから、実躯体においても BLS コンクリートの高いひび割れ抵抗性が確認された。

## 謝 辞

本実験の実施にあたり、多数の関係各位の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 公共工事標準仕様書 (建築工事編) 平成 28 年度版, 2016.3, p.38.
- 百瀬晴基ほか;低収縮高炉セメントコンクリートに関する研究, 鹿島技術研究所年報, Vol.62, 2014.9, pp.111-118.
- 日本建築学会; 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 2009, 2009.
- Comite Euro - International Du Beton : CEB - FIP Model Code 1990, 1991.
- 野口貴文, 友澤史紀; 高強度コンクリートの圧縮強度と各種力学特性との関係, 日本建築学会構造型論文集, No.472, 1995, pp.11-16.
- 牧角龍憲, 太田俊昭; 外的に線拘束されたコンクリートの乾燥収縮ひびわれに関する基礎研究, 土木学会論文集, No.378, V-6, 1987, pp.137-146.

## Application in a Full-Scale Structure of Low-Shrinkage Concrete Using Type A Blast-Furnace Slag Cement

*Kohsuke Ishizeki, Tetsushi Kanda, Hiroshi Kasai and Haruki Momose<sup>1)</sup>*

In this study, low-shrinkage concrete (hereafter BLS-concrete) was applied to actual R/C floor slabs. BLS-concrete was developed by using a calcium-based admixture so as to enable blast-furnace slag cement to be used in the part of the building above the ground. Tests conducted on the fresh concrete at the construction site showed that slump and air content were generally within a controlled range and that BLS-concrete has good workability. In situ measurements of shrinkage and temperature of the actual R/C floor slabs showed the restrained shrinkage tensile stress in the BLS-concrete slabs to be significantly lower than the cracking strength, and no cracking had occurred in the slabs after 1 year.