

供用5年を経過した 車道用ポーラスコンクリート舗装

(社)セメント協会 舗装技術専門委員会*

1. はじめに

(社)セメント協会・舗装技術専門委員会は、長年にわたりコンクリート舗装技術の開発と普及を目的として活動を行っている。最近では、安全で快適な都市基盤の整備が社会の重要課題となる中で、雨天時における車両の高速走行の安全性の確保、また街路では降雨時の水跳ねがなく、晴天時にはタイヤ騒音の抑制に効果が期待されるポーラスコンクリート舗装の開発に努めている。

委員会では、舗装業者やセメントメーカーなどで開発中のポーラスコンクリートに関する共通試験¹⁾の実施により、先行して実用化されたポーラスアスファルト混合物舗装と同等以上の性能をセメントコンクリートによっても発揮できることを明らかにした。その後、ポーラスコンクリート舗装の実道にお

ける施工性の確認、わだち掘れ量、平坦性などの経時変化を把握する目的で、実車道による試験舗装を実施した²⁻⁴⁾。

本稿は、千葉県と共同で、2001年に千葉県道・成田小見川鹿島港線で実施したポーラスコンクリート舗装の供用5年までの追跡調査結果のポイントを紹介するものである。

2. 試験舗装の概要

試験舗装の目的は、通常の粒径を持つ骨材を使用したポーラスコンクリート舗装および小粒径骨材(7号砕石)を使用したポーラスコンクリート舗装の軽交通路線でも交通量が比較的多い個所で適用した場合の供用年数の経過にともなう平坦性、透水性やすべり抵抗性などの性能を確認することである。

2-1. 施工場所と計画交通量

試験舗装の施工場所は、舗装計画交通量が900台/日・方向(旧交通区分B)である千葉県香取市の県道とした。施工規模は、ポーラスコンクリート舗装1タイプあたり延長100mで上下2車線とした。記

表1 試験舗装の概要

試験舗装の施工場所	施工延長	舗装計画交通量
主要地方道成田小見川鹿島港線 (千葉県香取市沢)	100m	900台/日・方向

*【委員長】小梁川 雅 [東京農業大学]／【副委員長】安藤 豊 [住友大阪セメント(株)]／【委員】國府勝郎 [首都大学東京]、西澤辰男 [石川工業高等専門学校]、久保和幸、渡辺博志 [土木研究所]、関口幹夫 [東京都土木技術センター]、神谷恵三 [(株)高速道路総合技術研究所]、伊藤康司 [全国生コンクリート工業組合連合会]、根本信行 [(株)NIPPOコーポレーション]、野田悦郎 [日本道路(株)]、高橋哲躬 [大林道路(株)]、児玉孝喜 [鹿島道路(株)]、中丸 貢 [大成ロテック(株)]、松田敏昭 [世紀東急工業(株)]、小倉 東 [日鐵セメント(株)]、佃 美伸 [(株)トクヤマ]、梶尾 聡 [太平洋セメント(株)]、黒岩義仁、大和功一郎 [(株)宇部三菱セメント研究所]、飯田達郎 [電気化学工業(株)]、野田恒幸 [麻生ラファージュセメント(株)]／【事務局】村田芳樹、野田潤一 [(社)セメント協会]
CONCERNING THE CONDITION OF POROUS CONCRETE PAVEMENT AFTER FIVE YEARS IN SERVICE

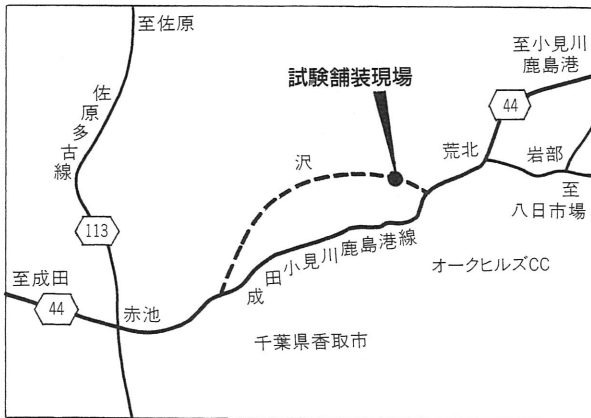


図1 試験舗装の施工地点



写真1 試験舗装の施工場所の状況

験舗装の施工場所を表1、図1および写真1に示す。

2-2. 舗装構造

2タイプのポーラスコンクリートの舗装構造を図2に示す。設計耐用期間は20年，設計基準曲げ強度（材齢28日）は $4.5\text{N}/\text{mm}^2$ とした。

(1) aタイプ

コンクリート舗装の設計法に準拠し，フルデプスタイプとした。厚さ20cmのセメント安定処理路盤の上に，遮水層として厚さ4cmのアスファルト中間層を設け，さらに厚さ20cmのポーラスコンクリート層をその上に設けた。セメントにはエコセメントを用い，粗骨材には低騒音効果を期待して7号砕石を用いた。

(2) bタイプ

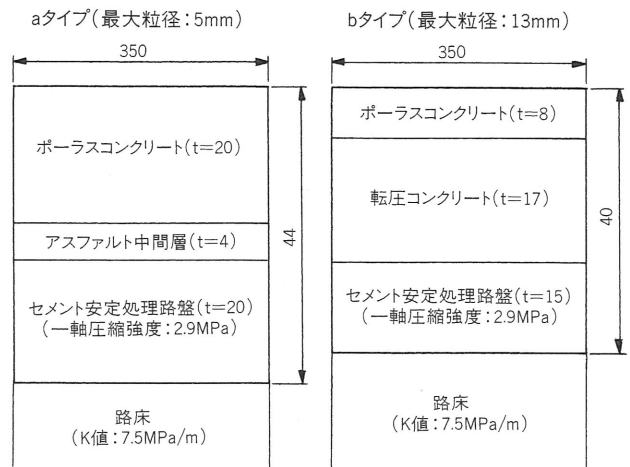


図2 舗装構造

表2 使用材料

タイプ	材料	性質
a	セメント	エコセメント
	混和材	無機質系特殊混和材
	細骨材	茨城県鹿島産洗砂
	粗骨材	Gmax: 5 mm, 茨城県岩瀬町産7号砕石
b	セメント	早強ポルトランドセメント
	混和材	専用フライアッシュ
	細骨材	千葉県利根川産川砂
	粗骨材	Gmax: 13mm, 茨城県笠間市産6号砕石
	混和剤	専用混和剤

転圧コンクリート舗装の設計法に準拠し，厚さ15cmのセメント安定処理路盤上に厚さ25cmのコンクリート版を設置した。コンクリート版は，厚さ17cmの転圧コンクリートと上層の早強ポルトランドセメントを使用したポーラスコンクリート版を打ち継ぐ複合版とした。

2-3. 施工概要

路床工を実施した後，各タイプのポーラスコンクリートの施工を行った。舗設は2001年12月～2002年1月に実施した。ポーラスコンクリートの使用材料および配合を表2、3に示す。

(1) aタイプ

アスファルト中間層を敷きならし後，生コンプラントで製造したポーラスコンクリートをダンプト

表3 ポーラスコンクリートの配合

タイプ	最大粒径 (mm)	目標値		水結合材比 (%)	単用量 (kg/m ³)					
		空隙率 (%)	透水係数 (cm/秒)		水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材	混和剤
a	5	15~20	1×10 ⁻² 以上	20	74	347	25	186	1,446	-
b	13			25	92	313	55	189	1,492	3.68

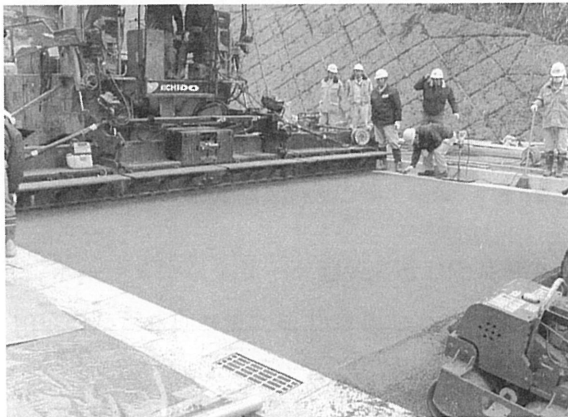


写真2 敷きならし状況(aタイプ)



写真3 付着材塗布(bタイプ)

表4 追跡調査の試験項目、測定位置および頻度

試験項目	試験方法	測定位置	頻度
曲げ強度	JIS A 1106「コンクリートの曲げ強度試験方法」	-	施工時(7, 28日)
平坦性	舗装調査・試験法便覧S028	OWP	施工直後, 1年, 3年, 5年
すべり抵抗	舗装調査・試験法便覧S021-3	OWP	
現場透水量	舗装調査・試験法便覧S025	OWPおよびBWP	
わだち掘れ量	舗装調査・試験法便覧S030	OWPおよびBWP	
目地の段差	舗装調査・試験法便覧S031	OWP	
騒音	JIS D 1024-1976「自動車の車外騒音試験方法」(定常騒音試験方法)	騒音計の位置は車両の中心線から7.5m, 高さは1.2m	
	舗装調査・試験法便覧S027-1T	騒音計の位置はタイヤ近傍	
FWPたわみ量	舗装調査・試験法便覧S047	目地部と中央部	

トラックで舗設現場まで搬入し、これをダブルタンパ型の強化型スクリードを持つアスファルトフィニッシャ(以後、強化型フィニッシャという)によって敷きならした(写真2)。敷きならし速度は、約0.5~1.0m/分であった。補助締固めとしてゴム巻きローラを用いて、表面骨材の安定を図った。養生は、浸透式被膜養生剤を散布し、冬期施工のため、1週間農業用ビニールシート、養生マットおよびブルーシートにて養生を行った。養生期間1週間後に、斜め目地(縦断方向:横断方向の比率=1:6)を施工した。なお、騒音低減効果向上を目的に、ポーラス

コンクリート表面のモルタルを除去して骨材を露出させた。また、横収縮目地を4mの間隔で設けた。

(2) bタイプ

生コンプラントで製造した転圧コンクリートをコンプレックストラックで舗設現場まで搬入し、強化型フィニッシャで敷きならした。初転圧および二次転圧は10tの振動ローラを、仕上げ転圧は15tのタイヤローラを使用した。転圧終了後にブルーシートで覆って養生した。転圧コンクリート表面に上層の版との1着性確保を目的に無収縮モルタルを2.5ℓ/m²塗布(写真3)、生コンプラントで製造したポーラスコ

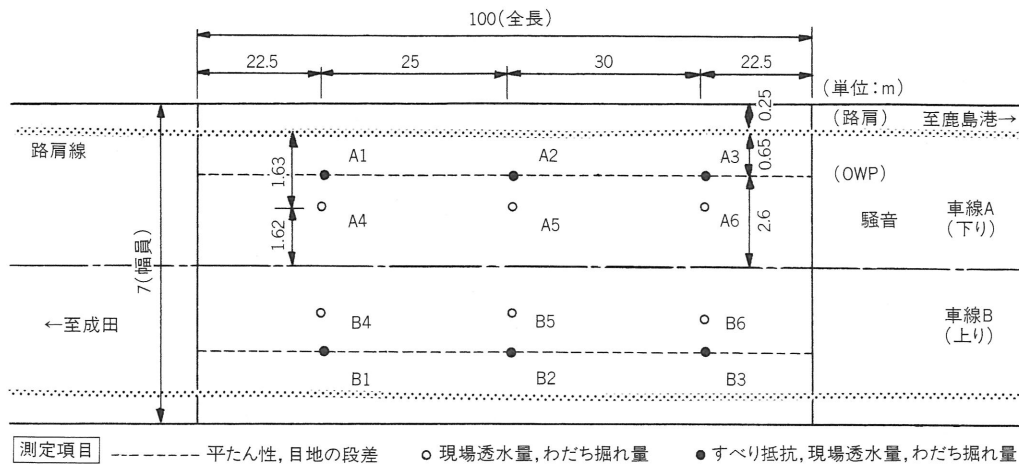


図3 測定位置

表5 ポーラスコンクリートの曲げ強度, 空隙率および透水係数

タイプ	曲げ強度 (N/mm ²)		空隙率 (%)	透水係数 (×10 ⁻² cm/秒)
	7日	28日		
a	4.58	5.71	17.8	8.0
b	4.50	4.92	15.3	14.1

クリートをダンプトラックで舗設現場まで搬入し、これを強化型フィニッシャーで敷きならした。敷きならし速度は、約0.5～1.0m/分であった。施工直後は、舗設面をブルーシート、養生マットおよび防災シートを重ねて覆い、後に養生マット、ブルーシートを重ねて舗設面を覆い、1週間養生した。また、横収縮目地を5mの間隔で設けた。

2-4. 追跡調査

供用後5年経過した今回の追跡調査の試験項目および頻度を表4に、各試験の測定位置を図3に示す。

3. 追跡調査結果

3-1. ポーラスコンクリートの曲げ強度

施工時に採取したポーラスコンクリートの曲げ強度の試験結果を表5に示す。いずれも、設計基準曲げ強度4.5N/mm²を満足した。

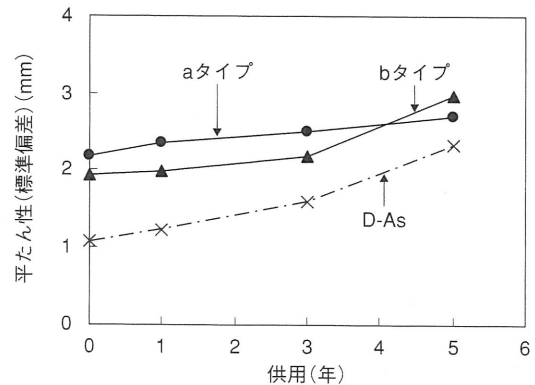


図4 平たん性の測定結果

3-2. 平たん性

平たん性の測定結果として標準偏差の経時変化を、比較対照として近隣のポーラスアスファルト混合物舗装(以後、D-As舗装という)の測定結果を併せて図4に示す。供用年数の経過にともなって、施工直後の2mm程度から供用5年目の3mm程度と若干大きくなっているものの、D-As舗装に比べ、供用後5年間の増加割合は小さかった。

3-3. わだち掘れ量

わだち掘れ量の測定結果を図5に示す。供用後5年経過してもわだち掘れ量は、1mm以下とかなり小さく、車両の安全走行は問題ないことが確認された。なお、施工現場近隣のD-As舗装のわだち掘れ

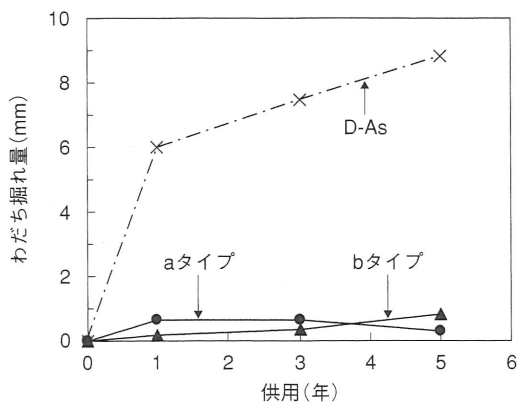


図5 わだち掘れ量の測定結果

量は、ポーラスコンクリート舗装のそれと比較して、約10倍のわだち掘れ量が確認できた。

3-3. 目地の段差

供用5年目までは、目地の段差は確認されなかった。

3-4. すべり抵抗性

すべり抵抗性の測定結果を図6に示す。供用1年目で動的摩擦係数(μ_{60})が0.1~0.4程度低下したが、その後の摩擦係数は0.45~0.6程度と大きな変動はなく、供用5年目ではD-As舗装と同等であった。今回の調査で使用した回転式すべり抵抗測定器と大型のすべり抵抗車との摩擦係数の関係に関する報告⁵⁾によれば、回転式すべり抵抗測定器による動的摩擦係数 μ_{60} は、車道舗装として最低でも0.28以上が必要と判断でき、今回の舗装は供用5年目まではすべり抵抗性が良好と判断できた。

3-5. 現場透水量

現場透水量の測定結果を図7に示す。施工直後の現場透水量は、舗装設計施工指針に示す基準値1000ml/15秒を満足したが、D-As舗装と同様に供用にともない低下する傾向であった。その低下割合は、路肩側わだち部中央部(以後、OWPと略)と比

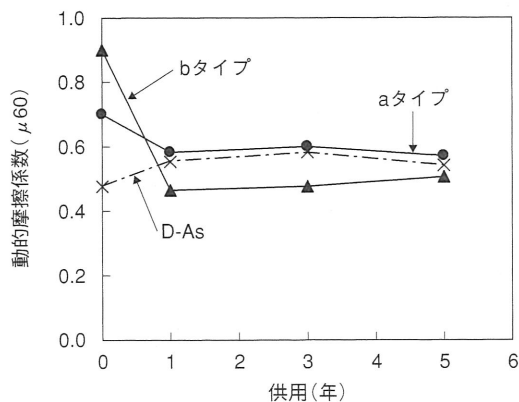


図6 すべり抵抗性の測定結果

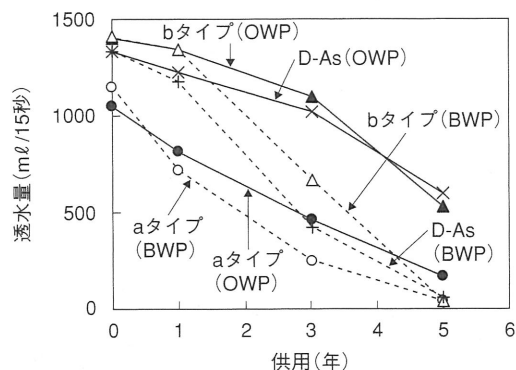


図7 現場透水量の測定結果

べて車線中央部(以後、BWPと略)の方が大きかった。これは、空隙詰まりを起こしている滞留物の排出がOWP側となっているので、BWPではOWPに比べて滞留物が多いこと、BWPに車輪が通過しないため滞留物が蓄積されたためと考えられる。

3-6. 騒音

環境騒音およびタイヤ/路面騒音の測定結果を図8に示す。比較として、施工現場近隣のD-As舗装および密粒度アスファルト舗装(以後、N-As舗装という)の結果も併せて示す。

(1) タイヤ/路面騒音

施工直後のaタイプの騒音値は、D-As舗装、N-As舗装およびbタイプと比べて最も小さかったが、供用5年目ではD-As舗装、N-As舗装とほぼ同等であった。施工直後のbタイプの騒音値は、D-As舗装

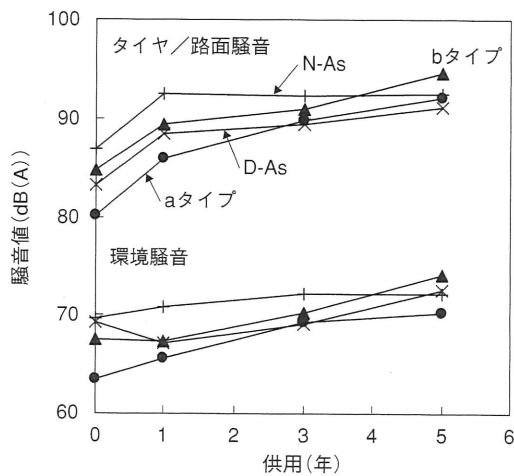


図8 騒音試験の測定結果

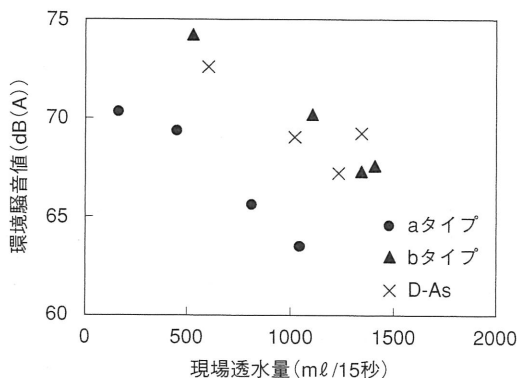


図9 現場透水量と環境騒音の関係

のそれより若干大きく、供用5年目ではN-As舗装より2 dB(A)程度大きいことが確認できた。

(2) 環境騒音

施工直後のaタイプの騒音値は、D-As舗装、N-As舗装と比べて6 dB(A)程度小さく、供用5年目では2 dB(A)程度小さいことが確認できた。施工直後のbタイプは、D-As舗装、N-As舗装と比べて2 dB(A)程度小さかったが、供用5年目では1～2 dB(A)程度大きいことが確認できた。

現場透水量と環境騒音の関係を図9に示す。環境騒音の変化と現場透水量の変化は相関性が高く、透水量が同等な場合は、小粒径骨材を用いたaタイプの方が騒音低減効果はかなり高いことが確認できた。

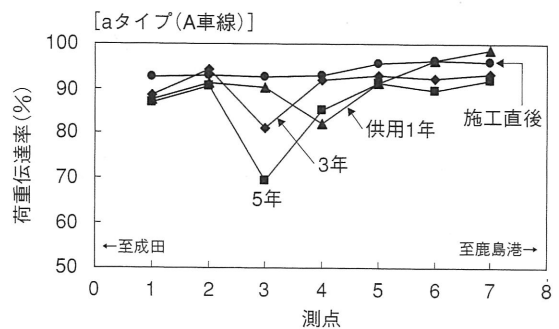


図10 荷重伝達率(aタイプA車線)

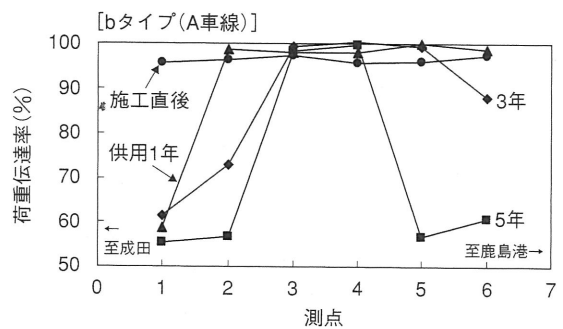


図11 荷重伝達率(bタイプA車線)

3-7. 荷重伝達率

A車線における各目地部の荷重伝達率を図10、11に示す。施工直後の荷重伝達率は、すべての測点で高く90%以上であった。aタイプは、供用5年で70%以下が1個所認められたが、その他は80%以上であり十分に健全と判断された。bタイプは、測点ごとのばらつきが大きく、供用5年で70%以下が4個所認められた。これは、舗装版途中までの深さまで入れたカッター目地から、交通荷重の繰返しにより下方にひび割れが進展し版全層に達したためと考えられる。

4. まとめ

千葉県道・成田小見川鹿島港線に適用したポーラスコンクリート舗装の供用5年までの追跡調査から、以下のことが確認できた。

- (1) 平たん性は、供用後5年経過してもa、bタイプともに標準偏差が3 mm以下と良好であった。

- (2) すべり抵抗性は、動的摩擦係数が供用後5年経過しても、a、bタイプともに0.5~0.6程度と車両の走行安全性が保持されていた。
- (3) わだち掘れ量は、供用後5年経過しても、a、bタイプともに1mm以下と良好な路面性状を維持していた。
- (4) 現場透水量は、空隙づまり等が原因でOWP部は150~500ml/15秒に低下し、BWP部は100ml/15秒以下であった。
- (5) 供用5年目でのaタイプのタイヤ/路面騒音はD-As舗装と同等で、bタイプはD-As舗装より2dB(A)程度大きかった。
供用5年目におけるaタイプの環境騒音はD-As舗装、N-As舗装より2dB(A)程度小さく、bタイプは1~2dB(A)程度大きいことが確認できた。
- (6) 荷重伝達率は、aタイプでは供用5年経過しても全線に渡りほぼ70%以上であることが確

認できたが、bタイプでは全測定点のうち半数の測定点で60%程度であることが確認できた。

今回の試験舗装の実施に当たり、多大なるご協力を頂きました千葉県県土整備部、千葉県香取地域整備センターの方々に深く感謝の意を表します。

[文責：黒岩義仁]

[参考文献]

- 1) (社)セメント協会/舗装用ポーラスコンクリート共通試験結果報告、舗装技術専門委員会報告、R-11, 1999.10
- 2) (社)セメント協会/車道用ポーラスコンクリート舗装現場試験舗装結果(福井県)-供用5年-, 舗装技術専門委員会報告、R-17, 2005.11
- 3) (社)セメント協会/車道用ポーラスコンクリート舗装現場試験舗装報告-千葉県松戸野田線・供用5年-, 舗装技術専門委員会報告、R-20, 2006.11
- 4) (社)セメント協会/車道用ポーラスコンクリート舗装現場試験舗装報告-千葉県道 成田小見川鹿島港線・供用5年-, 舗装技術専門委員会報告、R-22, 2007.10
- 5) 瀬尾卓也他/安全性から見た路面の評価、舗装、Vol.36, No.9, 建設図書, pp.40~45, 2001.9

・お知らせ

第52回日本学術会議材料工学連合講演会・講演募集

期 日：2008年10月22日(水)~24日(金)
会 場：京大会館 ☎606-8301 京都市左京区吉田河原町15-9 ☎075-751-8311
講演内容：

〈一般講演〉材料分野名：①金属、②セラミックス、③高分子、④コンクリート、⑤木材、⑥岩石、⑦複合材料、⑧その他(なるべく詳しく)/内容分類：①疲労、②変形、③破壊、④環境、⑤高温、⑥計測、⑦応力測定、⑧組織、⑨シミュレーション、⑩その他

〈オーガナイズド・セッション〉①マクロ/ミクロ変形におけるモデリングとシミュレーション、②コンクリート用高性能・高機能補強材とその適用、③高温材料におけるき裂・損傷の評価、④ナノ材料の創製と物性、⑤衝撃変形現象の解明とその応用、⑥希少元素及びその代替物質の分析化学、⑦放射光と中性子による材料評価、⑧高分子複合材料・多相材料のナノ構造制御と応用展開

申込締切期日：7月11日(金)厳守 原稿提出期日：9月19日(金)厳守

申込方法：(1) 日本材料学会のホームページ(<http://www.jsms.jp>)からお申込み下さい。

(2) 郵送、FAXの場合は、所定の様式(A4判)でお申込み下さい。

参加登録料：無料(講演論文集代別途。1冊一般7000円、学生4000円)

申込先：☎606-8301 京都市左京区吉田泉殿町1-101

日本材料学会材料工学連合講演会係 ☎075-761-5321 FAX075-761-5325