

海外各国における木材プラスチック研究概況(4)

種田 健造

2.3 西欧

(1) 西ドイツ - 1970年, Reinsch¹⁾は木材中への水の浸透について論じ, プラスチックの注入と塗付によって与えられる耐水性について述べている。1971年, Burmester²⁾はWPCに適した木材として, ブナ, カエデ, カバ, パインなどの辺材, モノマーとしてMMA, スチレン, VC, ユリア, フェノールなどをあげ, 重合法は放射線法と触媒加熱法両者に大差なしとし, 注入はWAN法つまり水 - アルコール - 非極性有機溶媒 - モノマーの順に置換する膨潤注入について解説を加えている。1972年, Burmester³⁾はまたパインおよびブナについて種々の寸度安定処理による膨潤, 収縮の測定を行ない, PEG, HCHO, タンニン酸 - HCHO, 無水酢酸, 加熱処理(250)などによる処理材は寸度安定化を示したが, フェノール樹脂およびMMAによる処理材はその効果がきわめて小さいと述べた。この報告でWPCのASEが低いという結果が得られたのは, 水蒸気の吸収速度を問題とせず, 平衡状態における膨潤のみを取り上げているためと考えられる。Orth⁴⁾はスチレン注入材の照射によってWPCを得, その構造は一種のスチレン - 木材グラフトコポリマーであると述べている。

(2) フランス - 1969年, Guillemain⁵⁾は放射線法で得られたWPCにおけるポリマー・木材の結合について論じている。すなわち, スチレン, ジオキサン, アセトンおよびエタノールまたは水の4成分注入液でブナを処理し, 放射線によりリグノセルロース成分に化学的な結合および橋かけ結合を行ない, 寸度安定性の優れたWPCを得た。この方法は細胞膜構造の変化を伴うものであったが, 純モノマー, モノマーの水エマルジョンまたは溶剤との混合モノマーなどを注入液としたWPCは寸度安定性が低いという。しかし, Laizier⁶⁾はMMA, SAN60 - 40, 不飽和ポリエステル, MMAとアクリルアミド, N - ビニルピ

リジンおよびN - ビニルカルバゾールなどのモノマーならびにスチレン, MMAなどのモノマー・溶剤・水系の注入液を用いて放射線法WPCの研究を行ない, 注入液および処理条件の選択により, 種々の物性をもつWPCの調整が可能であり, これらの処理法のうち, スチレン, MMAなどの基本的モノマーに, AN, N - ビニルカルバゾールをそれぞれ混合した注入液を用いた場合は, 比較的小さなポリマー添加率で高い寸度安定性が得られるとしている。

(3) イギリス - 1969年にHills⁷⁾およびDalton⁸⁾の放射線法WPCのイギリスでの発展に関する総説がみられる。普通材のモノマー注入, 重合およびWPCの物性, 潜在的な用途について解説が加えられ, 刃物の柄をはじめ, プラシ背板, 楽器用材, スポーツ用品, 標的などに適するWPCの製造条件が検討され, SAN60 - 40をシカモア(カエデ属)に注入するプロセスが推奨され, また比較的安価なアッシュ(タモ属)を用いたWPCもシカモアを用いたものにほぼ匹敵する物性をもっているとし 軟材をWPC用材として用いるにはなお検討を必要とすることなどを述べている。ついでWPCの将来の商業的発展性について, 同国林産試験場における開発研究を中心としたLaidlaw⁹⁾の展望がみられる。開発に向けた各工業分野間の協力, 潜在的な応用面, 放射線法と触媒加熱法における注入, 重合, 加工などの技術面を述べている。さらにHills¹⁰⁾はWPCの製造, 性質および用途について, 特にフローリングに的をしばった解説を行ない, ワックスまたはラッカーを用いないで, 耐久力のある光沢を出し, 温度や湿度の変化する環境におけるその大きい安定性, セントラルヒーティングのふん囲気に適し, 湿気の大きい掘ったコンクリート上にさえも施工の可能なことが述べられ, Wantageには 線照射プラントが設置され, 注入装置も近くに併置されて, 民間の利用に供されるようになっていることを伝えている

る。1971年, Hillsら¹¹⁾は木材をはじめファイバーボード, コンクリートなど多孔材料への注入法, 注入液の選択, 複合体の製造法およびプラスチックと組み合わせた複合体の物性について検討を加えている。1972年, Hills¹²⁾は放射線法WPCを侵食性の環境で使用するための新しい材料とし, これをCurifaxと命名し, これが新式の電解法塩素製造プラントにおいて48個の塩素発生セルの間を結ぶ通路に使用されていることを報じ, これはHarwellにおけるWPCの最初の大規模な応用であるとしている。そのプロジェクトプログラムについての解説のほかゴルフクラブヘッド, 刃物の柄などの実用例を紹介している。

(4) スイス - 1972年, Garrattら¹³⁾は高度に分岐したモノカルボン酸を合成し, そのビニルエステル(Veo Va10とVeo Va911)をVAcに添加したモノマーを注入液としてWPCを試作した。このモノマーは安価であり, 重合完結に要する線量が少ない(MMAの約1/2)利点を持ち, gaboonのWPCの物性は摩耗抵抗がMMA, SAN60-40よりも優れ, かたさと吸湿量はMMAとSAN60-40の中間, 寸度安定性はMMAよりやや低いと報告した。このWPCはコスト安で, 触媒加熱法にも応用可能であり, 工業化に有利であるとのべている。

2.4 北欧およびカナダ

(1) フィンランド - 1969年, Miettinenら^{14,15)}はスチレン不飽和ポリマーを添加した混合物でファイバーボード表面を処理する提案を行ない, 触媒硬化と線型加速器での電子線硬化による各種処理ボードの3~8か月にわたる天然暴露試験による比較を行ない, 触媒硬化塗膜には期間中モザイク模様が見られるなど日光による後硬化現象がみられ, この防止のため10%の軟かなゴム状樹脂を添加することが検討された。しかし, 電子線硬化塗膜にはそのような変化は現われず, 硬く良好であり, ボードの塗膜面を外側に折り曲げた場合, 触媒硬化では塗膜側に, 電子線硬化では基材にそれぞれ破壊が起こるといふ。Rotkirch¹⁶⁾はファイバーボード塗装における放射線, 触媒両法の経済

性について検討し, 加速器法がその塗膜の優秀性による市場効果を配慮しなくても十分に有利であり, この種の多方面にわたる製造工業に利用しようと結論している。Strombergら¹⁷⁾は, この国の材によるWPC試験で, その市場性強度および均一注入性からカバが最も一般的に用いられる材であるが, 重合でひずみの発生が比較的大きいので, 強い年輪成長組織をもつ関係でひずみの発生が少ないパインに目をつけたが, その心材は一般に注入性が良好でないことから, 辺材の多い熱帯産のパイン(訳注Mexican pine)へのポリエステルスチレン系注入と⁶⁰Co放射線によりWPC化を試み, その圧縮, 曲げおよびせん断の諸強度ならびにかたさを測定し, かたさは板目面および証目面で約7倍)木口面で約4倍となったが, せん断強さの増加は小さく(40%), スコッチパイン(オウシュウアカマツ)と比較するとかたさのみにおいて勝るが, これは熱帯産のパインへのモノマー浸透性が良好で材内に広く均一に注入されるため, 熱帯産のパインがWPC製造用に適した木材であるとしている。Tammela¹⁸⁾はネステ社の開発したWPCの触媒法について解説している。同社の特長は注入液がスチレンを主体とするもので, 重合時の高温障害をさけるため重合抑制剤としてブタジエンの低分子量プレポリマーおよびそのコポリマーを添加していることで, このため実用的な重合時間でしかもピーク温度が80℃を越えることがないように重合させることが可能であるとしている。カバとハンノキが最適樹種で, かたさおよび摩耗抵抗に優れること, 水蒸気の吸収速度が小さくなり, 屋内での吸湿によるトラブルは起こりづらいが, 長期にわたる浸水または屋外での日光, 雨雪への暴露に対しては, 乾燥時にしばしばクラックが生ずるためWPCは屋内用のみにすすめるものとし, またネステ社の研究センター, ヘルシンキ空港および種々の工場通路などでのWPCフロアの実用テスト例が紹介されている。Autioら¹⁹⁾はその4か年の研究を取りまとめ, WPCの工業的な原料として最適なのはカバであり, ハンノキは結果は良好であるが生産量が充分でなく不適とし, 不飽和ポリエステルスチレン系がMMAよ

りも安く、物性が良好で注入液として適しており、さらにWPCパーケットフロア一年間の酷使状況およびスキー裏板として使用した結果の報告を行なっている。

(2) カナダ - 1969年にDaviesら²⁰⁾のWPC放射線法重合に関する動力学的な研究がみられる。パインとカバ中で種々の注入率のMMAの重合を線量率を変えて調べ、重合速度は反応中増加し、モノマー注入率の高い方が大きい、重合完結に要する線量は注入率により減少する、カバ中での重合で線量率を1/10にすると最高温度は25℃低下し、重合線量の線量率係数は注入率43%および83%でそれぞれ0.55および0.38となることなどを述べている。ついでDesaiら^{21, 22)}はイエローバーチ(カバ属)とホワイトパインならびにMMAとSAN60-40を用いた触媒加熱法WPCの耐候性をXenonアークWeather Ometerを用い11,000時間ASTMサイクルに準拠した方法によりテストした。WPCは未処理材より表面割れに抵抗を示し、一般にSAN60-40のWPCがMMAよりも、またカバがパインよりもWPC素材として優れているとしており、しかしWPCはコスト高であるから、その利用はコスト高が問題とならないほどの高級な用途に限定されるもので、この試験で得た程度の耐候性は、現在、コストの低い多くの市販表面処理製品にて得られており、WPCは屋外用としては適していないとしている。

(3) デンマーク - 1969年、Singer²³⁾はブナおよびパインにMMA、VAcおよびSAN60-40を注入した放射線法WPCについて加工性、接着性、曲げ強さ、かたさ、吸水および寸度安定性ならびに密度と大型試片におけるポリマー分布など技術的諸問題を検討した。MMAでは曲げ強さとかたさおよび寸度安定性を改善するが、加工性および接着性が低下する、SAN60-40では曲げ強さの向上は小さいものの、かたさの上昇が大きく、寸度安定性を大きく改善し、しかも加工性と接着性に大きな困難をもたらさない、VAcは特筆すべき改善を示さない等を結論している。1971年、Dalagerら²⁴⁾およびSingerら²⁵⁾はWPCの電子線重合について報じている。すなわちナラとカエデの4

mm厚単板試片、不飽和アクリルプレポリマーとMMAの混液に線量節約のためトリメチロールプロパントリメタクリレート少量添加した注入液を用い、条件を適当に選択して、注入単板を単一パルスにおける線量率 10^6 Mrad/minでの10MeV電子線により約3Mrad照射して硬化することができ、かつこの線量では木材の劣化は非常に少なく、電子線照射によるWPC製造は経済的にも有望としている。またアクリルおよびポリエステル塗料ならびにカエデおよびナラのアクリル注入パーケットフロアの電子線硬化がコンクリートおよび圧縮セメント(砂、モルタル、石膏)に注入したビニル化合物の線照射とともに検討されている。

(4) ノルウェー - 1970年、Lunde²⁶⁾はモノマー注入と重合による構造材料としての木材の物性の改良に関して、 ^{60}Co による線と電子線照射による方法を主体として説明し、また触媒加熱法にも触れている。ここではWPC処理に適するモノマー種類およびノルウェー材について解説を行なっている。

2.5 東欧

(1) オーストリア - 1969年、Proksch²⁷⁾はブナからMMA、MMAプレポリマー、その CCl_4 メタノール溶液を注入液として、線照射によりWPCを調製検討している。材の注入性はよく、ポリマー添加率は70%にまで上昇し、これは完全注入に相当し、重合完結には2~4Mrad必要で、最適条件で調製したWPCはかたさ3~4倍、圧縮強さと曲げ強さは1.7倍、膨潤は0.6倍となる、純MMA注入のWPCが最もよく、プレポリマーは末端の蒸発ロスを減少させるが、寸度安定性が低くなるとした。同氏²⁸⁾はまた、オーストリアにおける放射線硬化WPCの研究(1968-1969)を解説し、スプルース、ブナおよびタモをMMAまたはSAN60-40で注入し、スプルースでは夏材部分の多いほど良好な注入注を示すこと、タモには若干の注入抵抗のみられること、純MMAのWPCが最良の機械的性質を与え、 CCl_4 またはPhosgard C-22-Rの添加によりWPCの発炎性が低下し、寸度安定性はSAN60-40でのWPCが優れていることを示した。

1971年同氏ら²⁹⁾はさらに、寸度安定性を保つWPCが、AN70%以下、MMA30%以上からなる混合モノマーに少量の橋かけ剤、たとえば無水マレイン酸またはジメタクリル酸エチレンを添加して注入することによって得られ、MMAをそのプレポリマーと置き換えても良好な結果を与えることを示した。Arledterら³⁰⁾はMMAその他のモノマーでWPCを調製し、その物理化学的性質の検討を行なっている。

(2) チェコ - 1969年、Pesekら³¹⁾はパイン、ファー、ポプラおよびブナの各材にMMAを注入し、パインには1.5~2Mrad、他材には2~2.5Mradで重合を完結してWPCを得、この際木材中の水分は重合を促進させ、またBr、Cl含有量の大きい有機ハロゲン化合物(たとえばC₆H₆Cl₆)を添加しても重合は同様に促進され、殺虫能を与え、材の発炎性を低くさせるとしている。同氏は^{31), 32)}はまた、ポリエステル-スチレン系の放射線法WPCについて、線量を一定に定めて照射した場合、ポリエステルのみの場合よりも硬化が速く、高温で行なった場合には線量がより少なくてすむとし、さらにVCおよびその木材中での放射線重合について、20 ではVCの重合転化率は線量と直線関係を示し、ブナ中ではその転化率がいくぶん低く、木材中のVCに85~90%の転化率を達成するには0.75~1.75Mradの線量を必要とし、100%転化は不可能であり、VCに10%程度のMMA、スチレンまたはVAcを添加してVCのWPCの欠点を改良することを試みたが、この重合はVAcを除き阻止されたと報じている。1970年にはPesek^{34), 35)}はブナを用い、不飽和ポリエステル-スチレン系注入液の放射線硬化に関するスチレン量、線量率、硬化速度によるかたさへの影響を調べ、スチレン含有量は硬化に必要な線量には影響しないことを認めた。続いて放射線重合する際の温度効果を調べ、温度上昇により硬化線量を少なくでき、たとえば70%のスチレンを含むポリエステル樹脂の硬化は80 で1Mrad以下である、木材に注入されるといづれの樹脂も硬化はおくれ、1:2Cr複合体染料はアゾ、アンスラキノン系染料よりも禁止作用は

小さい、わずかな線量の照射でも80 で後硬化するかBPOを添加して照射するなどによりWPCを調製できることを示した。

(3) ポーランド - 1970年、Czajnikら³⁶⁾は種々の木材腐朽菌によるパイン腐朽材およびナラ腐朽材にポリVAc、MMA、エポキシ樹脂およびユリアホルムアルデヒド樹脂を注入し、圧縮強さ、比重を増加、吸湿、吸水性を減少させた。最良の結果はエポキシおよびユリアホルムアルデヒド樹脂で得られ、他はやや劣るとしている。1971年、Lipovszkyら³⁷⁾はシナノキ、純ポリMMAおよび触媒加熱重合のシナ-MMA-WPCのクリープと応力緩和の比較研究を行ない、WPCではクリープひずみが天然木材の35~55%、純ポリマーの10~22%に減少、応力緩和抵抗を改良することを示した。天然木材を基準にして、応力緩和に対する抵抗の増加はWPCで85~204%、純ポリマーで140~445%である。Lawniczak³⁸⁾はブナにラウロイルパーオキサイド(LPO)を触媒としてMMAまたはスチレンを注入、加熱してWPCを得た。その形状の変形率変化はポリマー添加率の上昇によって次第に減少する、急速なクリープが起こる限界温度はポリマー添加率とともに高くなり、このWPCに横方向に圧力をかけた場合には、温度80 まで天然材より高い抵抗を示すことを報告した。Helinskaら³⁹⁾はカバとブナにMMA:メタノール:水:LPO=75:20:3:1の液を注入し、75 に24時間加熱重合し、機械的性質を改良したが、老化サイクル処理(水中浸せき、凍結、融解、80 への加熱)によりその機械的性質は未処理材より速く低下していくものの、18サイクル後でもなおWPCの方が未処理材よりも高いことを示した。1972年、Lawniczak⁴⁰⁾はMMA、スチレンまたはVAcを注入、照射または触媒加熱法にてWPCを調製、この際、照射強度が高いと機械的性質が低下し、人体危険度も高くなる、ガス系触媒はモノマーロスをもたらすので液相重合が推奨され、WPC注入液として高粘液 barisolM-10のBPO、LPO、AIBN添加液、1.5%BPOまたは1%LPO添加のスチレンがよく、これよりも触媒濃度が高いと結果は不良と

なるとした。また同氏⁴¹⁾はスチレン、VAcを注入した材を溶融パラフィン中で加熱重合し、この浴がモノマーの蒸発を防止し、その90%以上をポリマーに転化することを示した。

(4) ハンガリー - 1968年, Czvikovszky⁴²⁾は木材への放射線効果, セルロースの放射線グラフト重合, 木材中の放射線重合, 放射線重合による表面塗装, WPC製造と物性, 単一モノマー, 2成分モノマーおよびポリマー・モノマー系からのWPC, 化学法WPCおよびWPCの経済性とその用途を論じている。またDobo⁴³⁾はブナとアイロンウッドにスチレン・ポリエステル系液を注入, 線またはシクロヘキサンパーオキサイドによる40~80での加熱重合を行なった。照射中の熱放散は均一で, むら, クラックのないWPCが得られ, ポリエステルは電子線によって橋かけされ, 熱抵抗を増加することを認めた。さらにKolosvary⁴⁴⁾はビニルモノマーの注入とその後の放射線硬化によって得られる木材改質の可能性について詳細な評論を行ない, VAc, スチレン, VC, MA, オレフィンアクリルニトリル, これらの混合物およびポリエステルなどを使ったWPCについて記述している。1972年, Hedvig⁴⁵⁾はWPCの誘電分光的研究を行ない, その誘電スペクトルが一定の振動数では種々の硬化段階にて温度の関数として, また一定温度では硬化時間の関数としてそれぞれ記録され, 段階的な後処理プロセスの存在が示されること, 誘電率の変化はWPC処理により大きくなり, -50における可逆的転移と60~80における不可逆的転移が観察されることを発表した。

(5) 東ドイツ - 1972年, プラスチックと木材に関する三つの文献が続いて公表されている。Kusian⁴⁶⁾はプラスチックによる木材代替化の進行について述べ, Uhlir⁴⁷⁾は木質材料の進展と材料代替化について記し, WPCにも触れている。またKiosseff⁴⁸⁾はソ連の研究成果を翻訳し, 木材は金属に較べて異方性がある, 強度が小さい, 吸湿性があるなどのため機械構造物材料として使用されていないが, プラスチック化によ

る密度上昇 化学薬品やプラスチック含浸と放射線照射による木材強化により機械構造物材料として使うことが検討されようとし, その膨潤率の低下, 強度の上昇を報告している。

(6) ルーマニア - 1970年, Boiciue⁴⁹⁾はブナのスチレン注入, 加熱重合で得たWPCが寸度安定性の向上, 吸水率の減少をもたらし, そのスチレン添加量は $320\text{kg}/\text{m}^3$ であったと報告している。

2.6 アジアその他

(1) イソド - 1968年, Rao^{50,51)}はベアパイン, シルバーオーク, チーク, ハルデウおよびペンデウにスチレン(10%CCl₄含), MMA, VAc, SAN60-40, ジビニルベンゼンまたはジビニルアジペートで橋かけされたVAcを減圧法で注入, ⁶⁰Co線を照射してWPCを得, 物理的性質を測定, VAc以外のモノマー系で寸度安定性以外の物性(曲げ, 衝撃強さ, かたさ, 耐摩耗性, 耐水性)に著しい改良がみられ, ベラパイン, シルバーオークのMMA, SAN60-40および橋かけVAc処理のWPCが優れた物性を示し, さらにシルバーオークとベラパインにAN, MA, EAおよびANのMA, EA, スチレンの混合物, さらにこれらに橋かけ剤としてジビニルベンゼンとジアリルアジペートを用いた注入液を加えて線法WPCを調製したところ, AN-MAで最良のWPCが得られ, ベラパインでは混合比7:3, シルバーオークでは4:1で最高の物性となったこと, またSAN60-40は必要線量もスチレン-CCl₄系より少なく, ベラパインで圧縮強さとかたさの改良されたことを報じている。1970年, Jain⁵²⁾はジオキサンと水を含むMMAをマンゴとアンダーマンパダックに注入, 線2~6MradでWPCを調製, 弾性率, 曲げ, 圧縮, せん断強さを4~19%改良している。またAdur⁵³⁾は木材および硫酸カルシウムとポルトランドセメント8:2混合物にスチレン・ポリエステル混合物50:50~75:25を注入し, 1~2Mradで重合, 比重, 強度, かたさを増加し, WPCは吸水性が減少し, CaSO₄-セメントタイルは酸蝕, 吸水性が減少したことを報じた。1972年, Narayanamurti⁵⁴⁾は種々のインド材からスチレン, S

AN60 - 40, VAc, ポリエステル・スチレンといった注入液を用いて触媒加熱法でWPCを調製, 吸水と圧縮強さを測定, 文献値との比較を行なっている。

(2) 韓国 - 1969年, 李⁵⁵⁾はWPCの調製法, 機械的性質, 木材のモノマー注入, 重合, その用途などについて17文献を参考に解説している。また⁵⁶⁾コリアンパインとラワンにMMAを注入, BPOでWPCを製し, パインは82%, ラワンは44%の重量増加を示したが, ラワンのポリマー分布はパインに比べて均一であることのほか, WPCの比重, 耐水性, かたさ, 曲げ強さ, 圧縮強さ等の増加を報告した。さらに1972年, Pyun⁵⁷⁾は木材中でのモノマーの線による重合速度はVAc > MMA > スチレンの順で, しかもサウザンイエローパインおよびアカマツ中で最も大きい, ドロノキ属木材は注入性が最高である, ポリVAcは照射する前の注入材には適切な塗膜を形成したが, ゼラチンは不均一な膜を与える等を明らかにした。

(3) 台湾 - 1970年, Tsai⁵⁸⁾はチロース, 抽出物を除いた浸透性の辺材と心材中でVAcをBPOによって重合しWPCを得たことを報じている。

(4) パキスタン - 1971年, Ahmadら⁵⁹⁾は木材, ジュート, 農産廃物(麦わら, 稲わら)およびセルロースにスチレン, MMAおよびANを注入, 線重合し, はつ水性, 抗菌性および寸度安定性をもった製品を得, また水, 過酸化水素, HCl, HClOおよびCCl₄中でのセルロースへの照射効果の測定を行ない, ジュート・ポリマー複合体は強度の低下をみたが, EAを使った複合体は摩耗抵抗の増加が認められた。

(5) 南アフリカ連邦 - 1971年, Basson⁶⁰⁾は南アの潜在的高級材とみられるパイン, ユーカリ属木材から種々のモノマーを用いたWPCを調製, 注入条件を検討, モノマー分布を塗料や放射デンストメーターによって測定し, また顕微鏡により細部構造も検討し, モノマー純度, 木材中の禁止剤, 酸素含量, 染料濃度および線量率と転化率との関係について報告を行なっている。また機械的性質および耐侯試験ではWPCの改質の効果の確認を行なっている。

3. 結 び

以上, 第3, 4報にわたって続けて紹介したWPCの諸研究のうちとくに注目に値すると思われるものを選ぶとすれば, 第3報ではまず線照射法のKent^{38, 39)}, 触媒加熱法のMeyer^{48, 50, 51)}両派によるアメリカの研究が高く評価できよう。数多いUSAECレポートのなかでRobertsら⁴²⁾による78企業の協力を得て行なった研究はWPCの実用性と経済性を確めた点で注目される。ソ連の乾腐菌による腐朽のこくずを処理して得たボード⁶⁶⁾, MMAに有機燐酸化化合物, 有機ハロゲン化合物を添加して, 線量の節減, 強度増加, 防火性などを同時に与えたWPC^{72, 81)}そしてスチレン-無水マレイン酸系によるWPC^{67, 74)}などの諸研究が興味深い。第4報では, イギリスの電解式塩素工場の通路用床板としての実用試験¹²⁾, フィンランドの電子線による硬化塗膜の物性および経済性両面からの優秀性の確認^{15, 16)}とスチレン主体の注入液の重合熱障害回避法の発見¹⁸⁾, オーストリアのAN-MMAに無水マレイン酸を加えた注入液²⁹⁾, インドのAN:MA = 7:3~4:1のコモノマー注入液⁵¹⁾などからの物性の優秀なWPCの製造, VAcに分歧モノカルボン酸エステル(スイス)¹³⁾またはジビニルアジペート(インド)⁵⁰⁾を加えて必要線量の節減などコスト安を目指した研究などは見逃せない。

しかしながら, ここで現時材料界で複合化の主流をなす“繊維強化材料”に眼を向けると, その本質は配向性をもったファイバーや高結晶性のホイスカーを強く固定する点に基礎をおいているものであり, ガラス繊維強化プラスチック(FRP)はすでに広大な市場が形成されている。炭素繊維強化プラスチック(CFRP), 金属繊維強化プラスチック(MFRP), ホイスカー強化プラスチック(WRP)などはそのすばらしい材質から特殊な用途(たとえば航空, 宇宙方面)に限られているとはいうものの, 将来性は限りなく大きいものがあるといえよう。

WPCは方向性をもった素材として上記繊維の代りに木材が用いられているものの, やはり上と同種の複合材料とみなすこともできるが, 木材はセルロースと

いう配向性をもった繊維がすでにリグニンを主体とするいわばマトリックスにすでに固定されている材料であり、残りの空隙を単に充填するだけではメリットは小さいと思われる。飛躍的な材質向上を具現することが望まれる次第である。(完)

参考文献

- 1) Reinsch, H.H., *Farben-Chem.*, 72, No.5, 18 (1970).
- 2) Burmester, A., *Holzbearbeitung*, No. 4, 34 (1971).
- 3) Burmester, A., *Materialprüfung*, 14, No. 4, 122(1972).
- 4) Orth, H., *Angew. Makromol. Chem.*, 23, 83 (1972),
- 5) Guillemain, J., J.Laizier, J. Marchand and J.C.Roland, *Proc. Symp. Util. Large Radiat. Sources Accel. Ind. Processes*, 417 (1969).
- 6) Laizier, J., R.Laroche and J.Marchand, *Proc. Symp. Util. Large Radiat. Sources Accel. Ind. Processes*, 435 (1969).
- 7) Hills, P.R., R.L.Barrett and R.J.Pateman, UKAEA Report, AERE-R6090 (1969).
- 8) Dalton, F.L. and P.R.Hills, *Proc. Symp. Util. Large Radiat. Sources Accel. Ind. Processes*, 475 (1969).
- 9) Timber Trades J., 269, No. 4840, 39 (1969).
- 10) Hills, P.R., UKAEA Memo., AERE-M2269 (1969).
- 11) Hills, P.R. and D.J. McGahan, *Atom*, No.176, 146 (1971).
- 12) Hills, P.R., *Composites*, No. 9, 211 (1972).
- 13) Garratt, P.G., J.Hoigne, J.G.Heetman and W.Hess, *Holzforschung*, 26, 96 (1972).
- 14) Miettinen, T.K. and T.Autio, IAEA, Symposium of Utilization of Large Radiation Sources and Accelerators in Industrial Processes, Munich (18-22, Aug. 1969).
- 15) 川上英夫, 北林産試月報, No.8, 26 (1970).
- 16) Rotkirch, E., IAEA, Symposium on Utilization of Large Radiation Sources and Accelerators in Industrial Processing, Munich, (18-22, Aug. 1969).
- 17) Strömberg, J. and J.K.Miettinen, *Paperi ja Puu*, 51, 785 (1969).
- 18) Tammela, V., *Kemian Teollisuus*, 26, 9(1969).
- 19) Autio, T. and J.K.Miettinen, Abstract of a paper for the Chemical Convetsion Section at the For. Prod. Research Sci. Meeting in San Francisco, (July 6-11, (1969).
- 20) Davies, A.G., B.H.Asbury and C.G.Smith, *Wood Sci.*, 2, 91 (1969).
- 21) Desai, R.L. and S.C.Juneja, *For. Prod. J.*, 22, No. 9, 100 (1972).
- 22) 北林産試月報, No. 2, 26 (1973).
- 23) Singer, K., A.Vinther and Th. Thomassen, Danish AEC Research Establishment Risö Report No. 211 (Dec., 1969); U.S. Clearinghouse Fed. Sci. Tech. Inform., PB Rep. No.191762 (1969).
- 24) Dalager, P. and K.Singer, Paper Presented at the Third Symposium on Radiation Chemistry, Tihany, Hungary (10-15 May 1971).
- 25) Singer, K., A.Vinther, P.W.Batsberg and P.Dalager, Report, A/CONF. 49/P-647 (1971).
- 26) Iunde, G., *Kjemi*, 30, No. 8, 20 (1970).
- 27) Proksch, E., *Holzforschung*, 23, 93 (1969).
- 28) Proksch, E., *Proc. Symp. Util. Large Radiat. Sources Accel. Ind. Processes*, 467 (1969).
- 29) Proksch, E., *Allg. Prakt. Chem.*, 22 (7-8) 190 (1971).
- 30) Arledter, H.F. and M.Holweg, *Mitt. Deut. Ges. Holzforsch.*, No. 57, 105 (1971).
- 31) Pesek, M., J.Jarkovsky and F.Pultar, *Chem. Prum.*, 19, 503 (1699).
- 32) Pesek, M., J.Jarkovsky and F.Pultar, *Radioisotopy*, 10, 383 (1969).
- 33) Pesek, M., J.Jarkovsky and F.Pultar, *Radioisotopy*, 10, 509 (1969).
- 34) Pesek, M., J.Jarkovsky and F.Pultar, *Jad. Energ.*, 16, 228 (1970).
- 35) Pesek, M., F.Pultar and J.Jarkovsky, *Jad. Energ.*, 16, 261 (1970).
- 36) Czajnik, M., *Zesz. Nauk. Szk. Gl. Gospod. Wiejsk. Warszawie, Les.*, No. 14, 191 (1970).
- 37) Lipovszky, G. and J.Raczkowski, *Holzforsch. Holzverwert.*, 23, 27 (1971).
- 38) Lawniczak, M., *Holzforsch. Holzverwert.*, 23, 107 (1971).
- 39) Helinska-Raczkowska, L. and G.Lipovszky, *Rocz. Wyzsz. Szk. Roln. Poznaniu*, 51, 71(1971).
- 40) Lawniczak, M., *Ind. Lemnului*, 23, 141 (1972).
- 41) Lawniczak, M., *Holzforsch. Holzverwert.*, 24, 51 (1972).
- 42) Czvikovszky, T., *At. Energy Rev.*, 6, No.3,3-99 (1968).
- 43) Dobo, J., T.Czvikovszky, I.Kalman and A.Somogyi, *Atomtech. Tajek.*, 11, 641 (1968).
- 44) Kolosváry, G. und T.Czvikovszky, *Holztechnologie*, 10, No. 1, 44 (1969).
- 45) Hedvig, P. and T.Czvikovszky, *Angew. Makromol. Chem.*, 21, 79 (1972).
- 46) Kusian, R. und J.Wünsch, *Holzindustrie*, 25, 5 (1972).
- 47) Uhlir, A., *Holzindustrie*, 25, 42 (1972).
- 48) Kiosseff, H., *Holzindustrie*, 25, 79 (1972).
- 49) Boiciue, M. and C.Petrican, *Ind. Lemnului*, 21, No. 1, 12 (1970).
- 50) Rao, K.N., C.Gopinathan, P.N.Moorthy, M.H. Rao and Vijaykumar, India AEC, Bhabha At. Res. Centre, BARC-331 (1968).
- 51) Rao, K.N., P.N.Moorthy, M.H.Rao, Vijaykumar and C.Gopinathan, India AEC, Bhabha At. Res. Cent., BARC-369 (1968).
- 52) Jain, N.C., M.K.Lala, K.K.Sharma and P.P.Gupta, *Paintindia*, 20, No. 12, 29 (1970); *Pop. Plast.*, 15, No. 12, 23 (1970).
- 53) Adur, A.M., A.B.Majali and R.C.Thacker, *Proc. Chem. Symp.*, 2nd, 2,31 (1970. Pub. 1971).
- 54) Narayanamurti, D., *Holztechnologie*, 13, 118 (1972).
- 55) Lee, T.J., Hwahak Kwa Kongop Ui Chinbo, 9, 220 (1969).
- 56) Lee, D.C. and H.J.Cho, *Kungnip Kongop Yonguso Pogo*, 19, 33 (1969).
- 57) Pyun, H.C., J.R.Kim and K.H.Lee, *J.Korean Nuclear Sci.*, 4, 23 (1972).
- 58) Tsai, C.Y. and H.Y.Lin, Kuo Li Tai-Wan Ta Hsueh Nung Hsueh Yuan Shih Yen Lin, Yen Chiu Pao Kao, No. 82 (1970).
- 59) Ahmad, A., A.Husain, A.Rashid and Farhataziz, Report, A/CONF. 49/P-829 (1971); *Peaceful Uses of Atomic Energy*, 14, 383 (1972).
- 60) Basson, R.A., Report, A/CONF. 49/P-668 (1971).