PNC法カプロラクタム

伊 藤 昌 寿

はじめに

PNC法とはPhoto-Nitrosation of Cyclohehaneの略で“光ニトロソ化法”とも呼ばれているカプロラクタムの製造法である。この方法は東レ(株)が昭和25年に独自で研究開始し、その後10年余りの研究開発によって工業化に成功したものであり、現在は日産約400トン規模で順調に生産が行われており、大規模光化学合成としては工業的にみて世界唯一のプロセスである。

PNC法の開発経過を振り返ると、研究開発当時では未だわが国の企業における研究活動は活発になっておらず、生産関係の復興に主力がおかれていたため、欧米諸国の先進技術の吸収に一辺倒であった。したがって企業内では独創的な研究は非常に育ちにくい環境にあり、東レの場合も例外ではなかった。しかし将来のナイロン事業に賭ける東レの経営陣の強い決意に支えられ、10年後のナイロン原料対策としてなんとか研究を続けることができた。しかしながら開発段階から工業化に至るまでの過程では新プロセス特有の予期しなかった新たな問題の発生もあり、しばしば苦境に立たされたこともあったが、強いトップポリシーの下での全社的な協力体制によ

って難関を突破し生産技術を確認することができたのは全く幸運であったといえよう。

本稿ではPNC法の研究の動機ならびに技術確立によって得られた経済的効果を主体に紹介し、あわせて自主技術が工業化以後に如何に大きなメリットを変えたかについて付言したい。

1. 研究の動機

PNC法の探索研究を開始した当時ではカプロラクタムは欧米において図1の(A)に示すフェノール法によって生産が行われていた。東レの場合も第1期の生産プラント(日産5トン)はフェノール法で実施する方針で生産技術の開発を急いでいた。しかし一方では(B)に示すベンゼン直接法と呼ばれたシクロヘキサンの空気酸化プロセスが改良法として開発中であると伝えられていた。しかしこれら(A)、(B)の方法はいずれも反応工程数が多いことの他に4~5倍量の硫酸を副生する点とヒドロキシルアミンという当時では高価な副原料を必要とする点が経済的な弱点とされていた。この打開策として(C)に示すニトロシクロヘキサノン法が西独および米国において開発されたが、いずれも経済的には成功に至らなかつ

Caprolactam Production by PNC Process.

YOSHIHISA ITO

Toray Industries Inc. Managing Director

東レ株式会社 常務取締役

表1 PNC法の技術改善の経過

昭 年	プラントの名称	生産規模 (t/d)	光反応装置の能力 (t/d/基)	ランプの容量 (kW)	オキシム収量 (g/kWh)
35	パイロット	0.2	0.1	10	150
37	セミワークス	10	1.0	10	200
38	第1期生産	30	3.5	20	240
39	第1期増産	60	5.5		260
41	第2期生産	140	10.0	20, 40	300
43	第3期生産	250	15.0	40, 60	400
45	第4期生産	400	25.0	60	400

た。一方オキシムはその異性体であるニトロソシクロヘキサンから容易に得られるものであり、ニトロソシクロヘキサンは(D)に示すようにシクロヘキサンの1個の水素をニトロソ基(-NO)で置換したものである。したがって何等かの方法でシクロヘキサンに直接ニトロソ基が導入できれば合成化学的には理想的なプロセスが完成するはずであり、技術的には困難であってもじっくり探索する価値は十分にあると考え、約半年間ほとんどあらゆるニトロソ化剤を各種の手段で反応させてみた結果、塩化ニトロシル(NOC1)のみが光化学的にオキシムを生成することが判明し、それ以後光ニトロソ化の本格的な研究に入った。

2. PNC法の工業化とその経済的意義

その後の開発から工業化への経過は表1に示すように昭和35年にパイロット設備を完成し、次いで昭和37年セミワークス、38年に第1期生産設備(日産30トン)と一応順調に推移したように見えるが、実際にはこの期間に光ニトロソ化工程での副反応の防止、新光源の開発および耐食材料の開発などの各種の非常に困難な問題が山

積し、それらの解決に狂奔させられたというのが実体であり、PNC法の完成を疑問視する意見が社内からも何度も出たが、当時の田代会長(現名誉会長)ならびに藤吉プロジェクトリーダー(現社長)の強い決意と支持の下で研究開発陣が昼夜の別なく頑張ることによって、なんとかプロセスとしてまとめあげることができた。この体験は社内技術陣にとって貴重な資産として蓄積され、その後の新技術の開発に大きな影響を与えることになった。またPNC法自体も第1期工業化以後表1に示すように引続き各種技術的要点で顕著な進歩を示した結果、第2次、第3次と量産効果も相俟ってその経済性は著しく向上し、43年には従来法設備(日産150トン)をすべてスクラップ化して日産250トン設備に増強し、45年にはさらに新立地に日産150トン設備が完成してナイロン原料自給体制が確立した。この工業化以後の急速な技術進歩は自主開発技術の場合にのみ期待できるものであり、この意味から工業化の初期段階で他社完成技術と自社開発技術を経済的に比較評価する場合にはとくに留意すべきであろう。

(昭和49年1月25日受理)