30　温水ジェットによる油回収ベルトからの油脱落実験

氷海技術部　＊高島　逸男、前田　利雄
装備部　　上田　浩一

1．まえがき

油貯槽に残留した高粘性油や流出油がムース化して高粘性化した油を回収する装置として、筆者らは先に網ベルトに油掻き取り板を設けた回収装置を考案した。網ベルトにより回収した油を網ベルトから回収タンクに取り込むために、従来はブラシ、ヘラ、ローラー等により網ベルトから油を掻き取っていたが、考案した回収装置では網ベルトに板が取り付けられていて、従来の方法を用いることができない。そこで、網ベルトから油を脱落させる方法として、温水ジェットを用いることとして、網ベルトから高粘性油を脱落させるのに必要な温水ジェットの要件を実験的に求めた。

2．試験方法

温水ジェットを用いた油脱落試験の試験装置を図－１に示す。４０ﾘｯﾄﾙの温水タンク内の水を所定の温度に加熱・保持して、小型圧縮機により所定の圧力とした温水を噴霧ノズルから噴霧して試験を行った。供試した試験片を図－２に示す。試験片は 100 × 100 mmの角鋼管（高さ１０、２０，３０mm）の片側に５mm目のナイロン網を張ったものである。

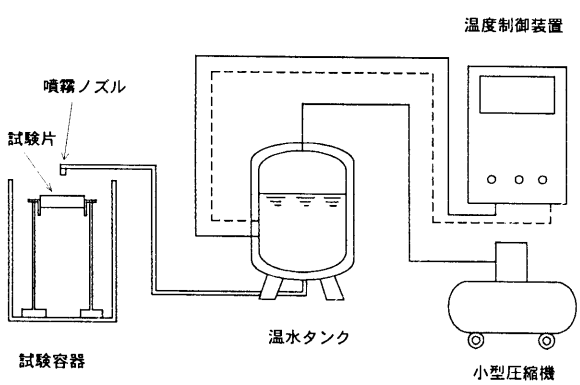
試験に用いた油はＣ重油及びＣ重油をエマルジョン化したもの（含水率６５％）で、粘度を表－１に示す。

表－１　供試油の粘度　　単位（MPa・s）

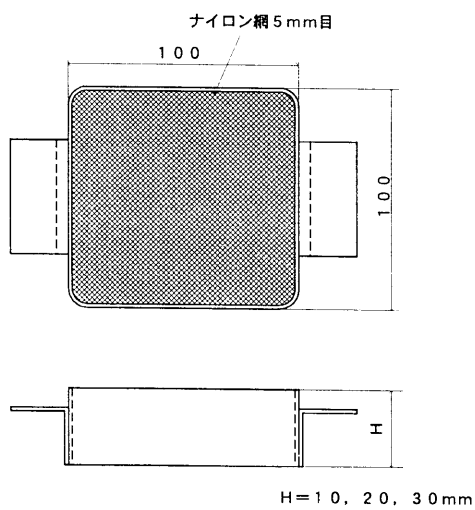
温　度	Ｃ　重　油	Ｃ重油エマルジョン
１５℃	6×10^{3}	2.1×10^{6}
２５	1.1×10^{3}	
４５		5×10^{4}

油脱落試験は試験片に供試油を充填して、雰囲気温度－５，－１０，－１５℃とした低温室内に十分保持した後、低温室から取り出して、試験容器にセットして各種の水温、噴霧圧力とした条件で行った。

試験条件としては水温をそれ程高くない３０℃及び４０℃とした。また噴霧圧力は主として 0.5 MPa とした。噴霧ノズルは１個のノズルを用い、試験片からの距離を１０ｃｍとしたときほぼ試験片全体をカバーする噴霧となるものとした。噴霧量は噴霧圧力 0.5 MPa で 2.1 ﾘｯﾄﾙ／min である。



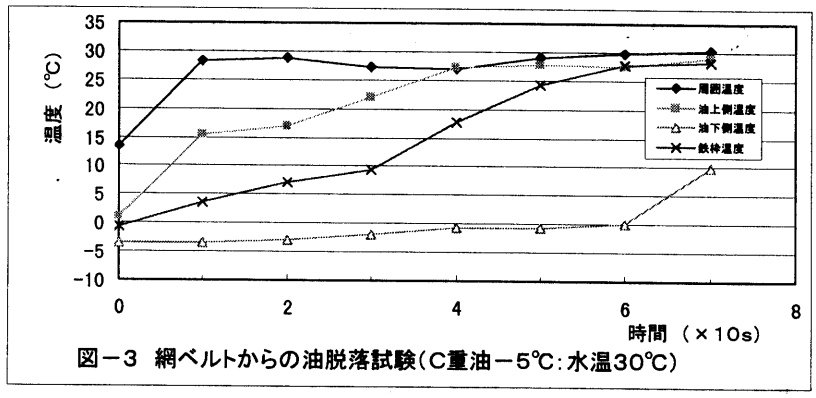
図－１　油脱落試験装置



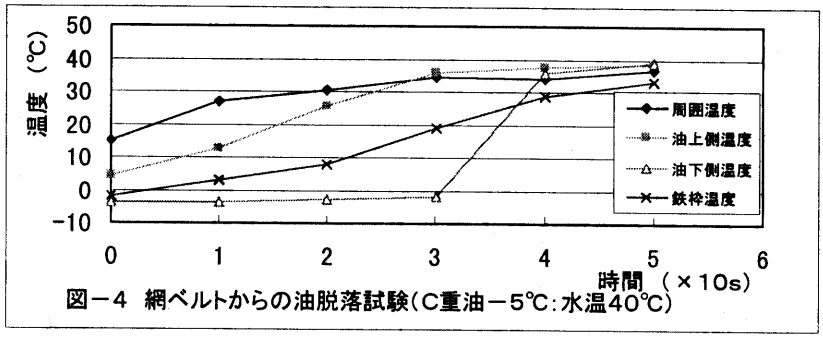
図－２　網ベルト模型試験片

3．試験結果

図－３に試験片（高さ１０ｍｍ）にＣ重油を入れて、－５℃に十分冷却した後、３０℃の温水で油脱落試験を行ったときの温度変化を示す。この試験では油が脱落するまでの時間は４５秒であった。温水が当たる網目側の温度は早く上昇するとともに、網目と油層との付着も小さい。油層と鉄枠との付着が脱落に大きな影響を及ぼすことが、鉄枠の温度が上昇してから、脱落が起こることから推測される。即ち、Ｃ重油の粘度が２５℃付近からかなり流動化することから、鉄枠温度が２５℃付近に近づくことが、油の脱落につながるように観察された。

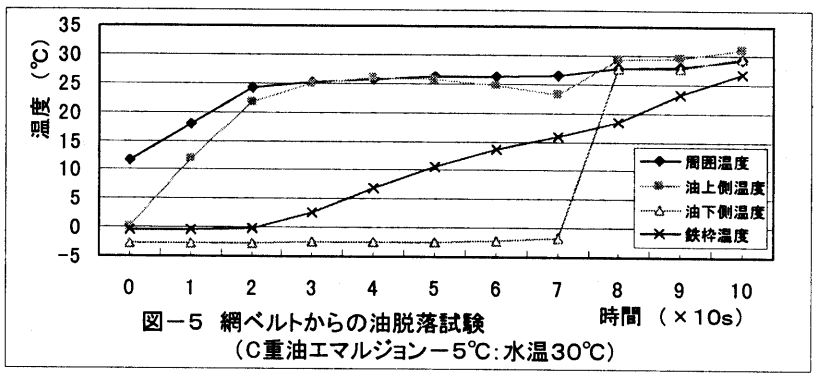


図－３ 網ベルトからの油脱落試験（C重油－5℃：水温30℃）



図－４ 網ベルトからの油脱落試験（C重油－5℃：水温40℃）

図－４は図－３に示した試験の条件から温水の温度を４０℃に上げて、その他の条件を同じにした試験の結果である。この試験では油脱落までの時間は３６秒とかなり早くなった。油脱落までの温度変化は図－３に類似していて、鉄枠温度が２５℃付近に上昇してから脱落が起こっている。このことから鉄枠を早く暖める方式を考えることが、脱落時間の短縮になると思われる。



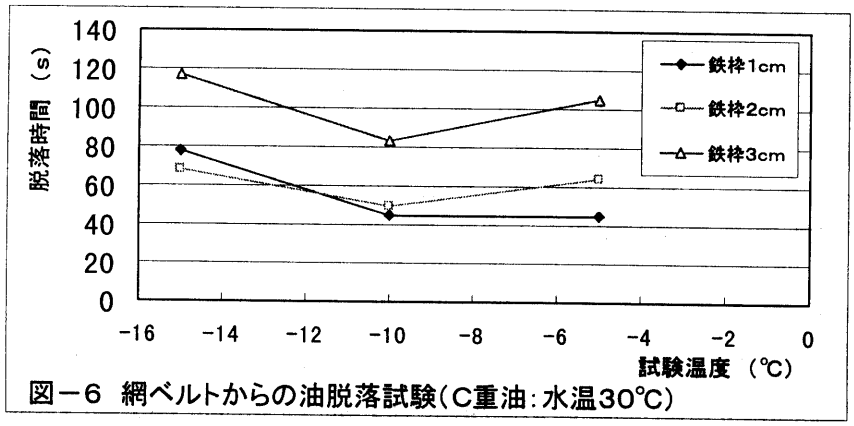
図－５ 網ベルトからの油脱落試験
（C重油エマルジョン－5℃：水温30℃）

図－５にＣ重油エマルジョンを試験片（高さ１０mm）に充填して、－５℃で十分冷却した後、３０℃の温水で油脱落試験を行った結果を示す。この試験での脱落時間は７２秒であった。Ｃ重油の場合と比べて、粘度の高いエマルジョンが鉄枠の温度が２０℃に達していないときに脱落しているので、エマルジョンと鉄枠との付着は水が含まれているために弱くなること、Ｃ重油エマルジョンの比重量がＣ重油より重くなり脱落しやすくなることなどが考えられる。

図－６に水温３０℃で行った油脱落試験の結果をまとめて、試験温度と脱落時間との関係で示した。試験温度が－５℃と－１０℃とではそれ程差はみられなかった。また、鉄枠の高さ１０mmと２０mmではそれ程差がみられず、全体に－１５℃で脱落時間が大きくなった。

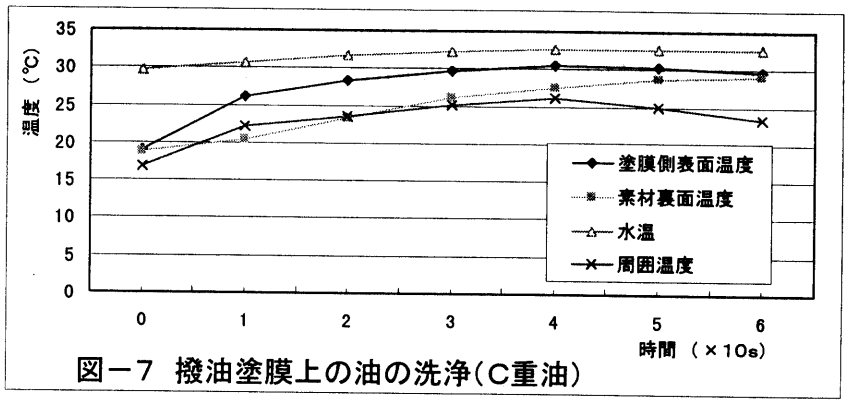
表－２には試験温度－５℃の場合について、水温を３０℃にした場合と４０℃にした場合のＣ重油の結果とＣ重油エマルジョンの結果をまとめたものを示した。これらの結果を鉄枠と油

との接触面積で評価するため、脱落時間を接触面積で割った数値を（　）内に示したが、これらの結果から、脱落時間と接触面積との間には一定の関係がみられ、エマルジョンの場合には重量の効果が加わることがみられる。



図－6　網ベルトからの油脱落試験（C重油：水温30℃）

今後の課題として、油と素材との付着力を小さくする必要があるので、脱落・洗浄し易い素材の評価法として、撥油機能のある塗膜を塗った 100 × 200 mmのプラスチック板（厚さ３mm）の中央部にC重油を　100 × 100 mmの範囲に１０g程度塗布して、３０℃の温水で洗浄試験を行った結果を図－７に示す。油を塗布した素材表面の温度が１０秒程度で２５℃以上となり、油が流されて洗浄が進む様子がみられた。油を洗浄するためには、油の温度を流動化しやすい温度に上昇させることと、油と塗膜との界面の温度を油が流動化する温度に上げることが必要である。そのためには、撥油性とともに素材の温度を早く上昇させる必要が考えられる。素材を直接加熱する方法や、素材の冷却を防ぐ方法を講ずることが必要となろう。



図－7　撥油塗膜上の油の洗浄（C重油）

表－２　網ベルトからの油脱落時間

（試験温度－５℃）　　単位（s）

鉄枠	C　重　油		エマルジョン
	水温 30 ℃	水温 40 ℃	水温 30 ℃
１ｃｍ	45 (1.1)	36 (0.9)	72 (1.8)
２ｃｍ	64 (0.8)	46 (0.6)	98 (1.2)
３ｃｍ	140 (1.2)	79 (0.7)	120 (1.0)

４．まとめ

流出油や油槽に残留した高粘性油を回収するために、網ベルトに油掻き取り板を取り付けた回収装置を考案したので、網ベルトから回収油を取り除ける方法として従来法が用いられなくなったため、温水ジェットを利用することとした。温水ジェットの要件を求めるための模擬試験を行った結果、次のようなことが明らかとなった。

（１）網ベルトに回収された油は、油掻き取り板に付着し、回収した油を脱落させるためには油と掻き取り板との界面で油を流動化させる必要がある。C重油の脱落時間は油と板との接触面積に比例する。

（２）C重油エマルジョンの脱落時間は粘度の増加の影響を受けるが、油に含まれる水が板との付着力を低下させること、単位重量の増加が脱落にプラスに働くことなどから、体積が大きくなるとかえってC重油より脱落しやすくなる。

（３）短い時間で油を脱落させるためには、水温を高くし、噴霧圧力をあげることが有効である。これらは油と板との界面の温度の上昇を早め、油を飛ばす圧力や水量が大きくなるためである。噴霧圧力の影響については本報告に含めていないが、噴霧圧力を大きくすると脱落しや

すくなった。

（4）油の脱落に大きな影響を及ぼすのは油掻き取り板の温度であるので、板の温度を高める手法を考慮することが有利である。このため熱伝導をよくすると同時に外気や海水から冷却されないように保温するなどの工夫が有効と思われる。

今後は回収装置として網ベルトばかりでなく、吸引法についても検討するとともに、撥油性の素材についても調べて、よりよい回収法を確立したいと考えている。

参考文献

1) Merv Fingas,Ben Fieldhouse and Joe Mullin,"Studies of Water-in-Oil Emulsions:Stability and Oil Properties",Proceedings of 21st Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar,pp.1-26,1998

2) P.Jokuty,B.Fieldhouse,M.Fingas,S.Whiticar,J.Latour,"Bitumen Adhesion as a Function of Time",Proceedings of 21st Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar,pp.27-32,1998