

出國報告（出國類別：開會）

赴新加坡參加船用生質燃料討論會議

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：李政恩 化學工程師

派赴國家/地區：新加坡

出國期間：民國112年11月08日-11月10日

報告日期：民國112年11月28日

摘要:

近年全球致力於淨零排放的議題，國際海運上 IMO 也訂定減碳目標:IMO GHG Strategy，海運燃料朝著減碳、碳中和燃料方向前進。而生質燃油具有船舶可立即使用的優勢，可作為海運短期替代減碳燃料選項之一。新加坡為國際航運重要樞紐，許多海運燃油供應商在此設點，因此新加坡在推動船用生質燃油為亞洲的先驅。

煉製研究所研究團隊對於新油料的摻配、品質檢測等技術欲進一步了解，故於 112年11月08日至112年11月10日計3天前往新加坡參加船用生質燃料討論會議。此次與國際海運燃油經銷商及供應商的討論，了解目前在新加坡船用生質燃油的發展概況、摻配比例及料源、品質檢測上的要求及現場試驗室參訪。藉由此次討論會議，對於將來本公司欲生產船用生質燃油的相關技術資訊(包含料源、生產、摻配、檢測等)能有所指引。

目次

一、目的	3
二、過程	3
三、法規介紹	3
四、會議討論內容	7
五、具體成效	12
六、心得及建議	13
附錄	14

一、目的

海運占全球貿易運輸的90%，全球碳排放量約3%，由於近年全球致力於淨零排放，國際海事組織(IMO)訂定減碳目標:IMO GHG Strategy，對國際航運設下目標：以2008年為基準，2030年海運碳排放量減四成，並在2050年之前減少至少五成的航運業溫室氣體排放總量(碳排放量減七成)。海運業將經歷一個技術和能源轉型期，除了船隻效能提升外，替代能源的開發，像是低碳和碳中和燃料，選項包括電力和混合動力、氫和其他燃料類型。相較於其他仍在研發的替代能源，船隻引擎等設備或輪儲設施需重新設計建造。船用生質燃油具有船舶可立即使用(Drop-in fuel)的優勢，為海運短期替代減碳燃料選項之一。

新加坡為國際航運重要樞紐，許多海運燃油供應商在此設點，因此新加坡在推動船用生質燃油成為亞洲的先驅。2022年10月新加坡海事及港務管理局發布臨時海洋生物燃料標準(WA 2:2022)，支持新加坡港口生物船舶燃料的測試。藉由這次與海運燃油經銷商及供應商的討論，希望能獲取船用生質燃油相關技術資訊(包含料源、生產、摻配、檢測等)。

二、過程

本次行程與工作內容簡述如下：

112年11月08日 啟程(由台灣桃園啟程前往新加坡)

與 GS Global Singapore Pte Ltd 及 ExxonMobil 討論船用生質燃油議題

112年11月09日參訪 Vitol Aisa Pte Ltd 現場及實驗室等設施並討論船用生質燃油議題

112年11月10日 返程(由新加坡啟程返回台灣桃園)

三、法規介紹

首先，在與海運燃油經銷商及供應商討論時船用生質燃料，其提供新加坡臨時海洋生物燃料標準(WA 2:2022)的資訊，如下：

WA 2:2022:全名為Workshop Agreement-Specification for marine biofuel，由新加坡海事及港務管理局(MPA)在2022年發布的臨時海運生質燃料標準，目的是為了支持新加坡港口生物船舶燃料的測試，提供給海運燃料供應商、船東及燃油測試實驗室作為依循。範圍包含海運生質燃料的品質，可分為餾分(distillate)燃油(輕質的燃料油，偏向柴油)，蒸餘(residual)燃油(底層的重質燃料油)，其對應的檢測方法及各參數的規範。臨時標準可供2年內使用，ISO 8217預計於2024提出新版本規範，剛好使這兩年有所依循。

新加坡的船用生質燃油仍應符合ISO 8217:2017的要求，但ISO 8217中關於FAME的

5.1除外。5.1的要求提到海運燃料應主要由源自石油的碳氫化合物組成，同時它也可能含有來自合成或再生來源，例如加氫植物油 (HVO)、天然氣液化 (GTL)等。而FAME在DF 等級最高摻至7.0 體積百分比，且FAME應符合EN 14214 or ASTM D6751的要求。而RM及部分DM等級的海運燃油則不應有FAME。但文件中也提到WA的規範是屬自願性的，也就是供應商不一定要依照WA，但還是應符合ISO 8217的規範，除關於FAME的5.1外。

生質柴油的定義是由生物質經轉酯化形成的脂肪酸甲酯，也就是FAME。現有四個世代的FAME，如下：

1. 1st generation FAME進料來自於糧食作物，如植物油及動物脂肪。
2. 2nd generation FAME進料來自於非食物的廢棄物及殘渣，如廢食用油、廢油脂等。
3. 3rd generation FAME 將由藻類和微藻生產，為低階的單細胞植物，。
4. 4th generation FAME 則是不需料源，以基因重組的細菌直接利用空氣中的二氧化碳轉換成燃料，惟這類技術仍屬研究階段。

船用生質燃油可摻最高至50.0體積百分比或質量百分比的FAME，而摻配的FAME符合EN 14214 or ASTM D6751的要求。所供應的船用生質燃油應是均勻的，並符合WA中給的特性和限制及 ISO 8217 的要求。

FAME具有好的點燃及潤滑特性，但也有些潛在操作問題須確保船用生質燃油在儲存及使用的情況。

1. 久儲性:船用生質燃油的降解與氧化穩定相關。
2. 微生物汙染:船用生質燃油吸濕性使微生物形成。
3. 潛在腐蝕性:當FAME分解成脂肪酸或氧化成過氧化物。
4. 其他如油泥過多及FAME汙染物沉積於濾網、油水分離器等。

增訂測試項目可分為餾分(distillate)燃油及蒸餘(residual)燃油，如下表一及表二。接著說明表內檢測項目：

1. FAME含量餾分燃油以體積百分比表示，而蒸餘燃油則以質量百分比表示，方法可參考表一及表二。
2. 生質餾分燃油須檢測十六烷數或十六烷指數，在一般餾分燃油十六烷數與十六烷指數是呈正相關，但生質餾分燃油則未必。所以要評估燃燒特性，可進行分別的測試。
3. 氧化穩定性:由於生質柴油隨時間而氧化降解，造成長時間儲存的問題。船用生質餾分燃油的氧化穩定性檢測不可少於6小時。但船用生質蒸餘燃油並無標準測試方法用來檢測氧化穩定性。
4. 微生物生長: 船用生質餾分燃油具親水性所以有微生物生長的風險，進而導致長時間

儲存的問題。測試方法應顯示細菌、酵母和黴菌數量。

5.熱值:船用生質燃油的熱值較傳統燃油低，為確保有足夠油量航行到目的地，須檢測總熱值及淨熱值。

6.加速總老化沉渣量(TSA):用於檢測船用生質蒸餘燃油的長時間儲存穩定性。

7.有害物質:FAME經由不同原料轉酯化而形成，這些原料有可能是植物油、動物油脂或再生油等。這些製程中可能會有未反應物或副產物等有害物質(如游離脂肪酸-FFA、甘油等)出現，進而汙染閥件、活塞及噴嘴等。使用GCMS檢測方法進行檢測。

8.另外兩項仍在評估是否需加入:(1)腐蝕性:當FAME分解成脂肪酸或氧化成過氧化物，與金屬物質接觸而腐蝕。對於船用生質餾分燃油及蒸餘燃油可以銅片腐蝕或鋼棒腐蝕進行檢測。(2)冷流性質(cold flow):蒸餘燃油VLSFO(0.5%含硫量)具大量石蠟烴，所以有些燃油會在高於其流動點才析出蠟質(Wax)，檢測Wax appearance temperature (WAT)做為調整船用生質蒸餘燃油的輸儲溫度以避免蠟質形成；而船用生質餾分燃油則可檢測雲點(cloud point)或冷濾點(cold filter plugging point)。

表一、WA 2:2022在船用生質餾分(Distillate)燃油所增訂規範

項目	單位	船用生質餾分 (distillate)燃油	檢測方法	備註
FAME含量	Volume%	7.0~50.0	IP 579, EN 14078, ASTM D7963 或ASTM D7371	FAME須符合EN 14214或ASTM D6751要求
十六烷數或 十六烷指數	-	Min. 35 for DFB; 40 for DFA/DFZ	ISO 5165 for 十六烷數; ISO 4264 for 十六烷指數	若要進行更近一 步的燃料燃燒分 析可依IP 541檢測 方法
氧化穩定性	小時	Min. 6	EN 15751	
微生物生長 (細菌、酵母 和黴菌數量)	CFU/L	Report	IP 385,ASTM D6974或其他 微生物測試	
總熱值	MJ/kg	Report	ASTM D240	
淨熱值	MJ/kg	Report	ASTM D240	
有害物質	ppm	Report	ASTM D7845 或其他GCMS 方法	ASTM D7845無法 偵測FFA、甘油等， 若要檢測這幾項 可考慮其他GCMS 方法

表二、WA 2:2022在船用生質蒸餘(Residual)燃油所增訂規範

項目	單位	船用生質蒸餘 (Residual)燃油	檢測方法	備註
FAME含量	Mass%	0.5~50.0	ASTM D7963, ASTM D7371或 其他FTIR方法	FAME須符合EN 14214或ASTM D6751要求
總熱值	MJ/kg	Report	ASTM D240	
淨熱值	MJ/kg	Report	ASTM D240	
TSA	Mass%	Report	ISO 10307-2	
有害物質	ppm	Report	ASTM D7845或 其他GCMS方法	ASTM D7845無 法偵測FFA、甘 油等，若要檢測 這幾項可考慮其 他GCMS方法

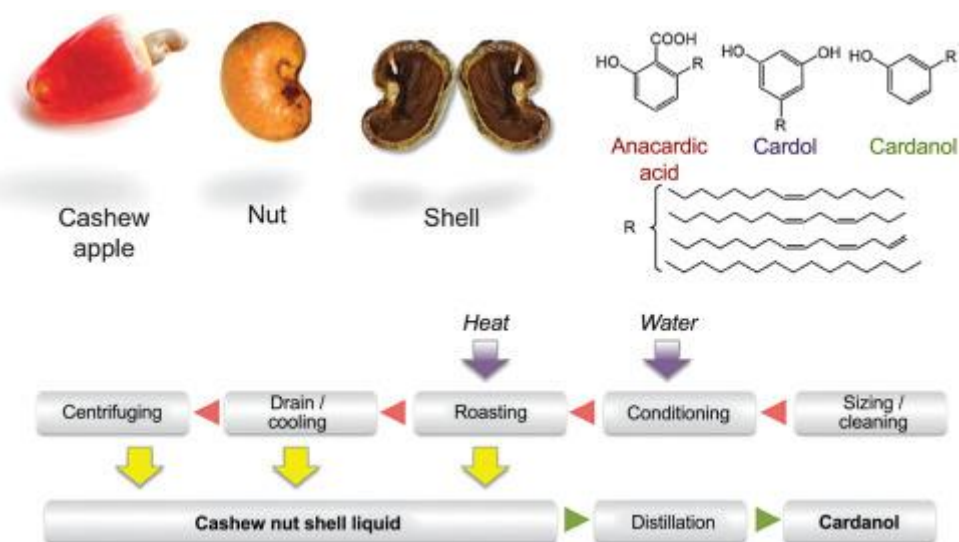
四、會議討論內容:

(一)與 GS Global 公司討論生質燃油:

GS Global 為一間韓國貿易公司，主要經手產品有鋼鐵金屬、石化製品、資源商品及電子設備，今日討論即為負責石油製品的成員。目前南韓生質燃油在船用燃油這塊領域亦沒有規範，但其 FAME(B100)依照 EN 14214的規範，而國內也有在供應 B3，預計在2028年會提升到 B5。而 GS Global 與政府有合作進行相關測試，目前有一項產品 Bio heavy fuel oil(BHF)即配合政府再生能源政策使用於南韓電廠的生質燃料油。

BHF 為生質柴油工廠中蒸餾後的蒸餘油(Residue)，屬100%不含石油的生物燃料材料。BHF 料源為 Cashew Nut Shell Liquid(CNSL)腰果殼液，是一種深棕色黏稠液體(腰果的果皮液)，存在於腰果殼的柔軟蜂巢結構內。在腰果加工廠中腰果殼為生質廢棄物，腰果殼約包含~30%的 CNSL，可經由一些萃取方式取得(如圖一)，而 CNSL 在生質柴油工廠再經蒸餾後的蒸餘油(Residue)即產出 BHF。

GS 提供化驗報告如附件一，由其報告可知其含硫量僅0.03%，對於電廠或工業鍋爐減排確有幫助，密度較一般生質柴油高(蒸餘油的關係)，其餘特性皆可符合公司低硫燃油規範，僅酸價約20 mg KOH/g，較 ISO 8217 (Max. 2.5mg KOH/g)高出許多，這可能會因酸性物質加速設備的損壞故障，或致油品較易變質的可能，但目前工業用低硫燃油並無酸價的要求；而熱值約9500kcal/kg 較公司低硫燃料油低(每單位重量低約10%)。此產品在韓國電廠已有10年的使用經驗，但並無 ISCC 認證(為原材料和產品的永續性、供應鏈的可追溯性以及確定溫室氣體排放和減排量提供了一個全球適用的驗證體系)。



圖一、萃取 CNSL 的圖示說明(from Chapter 5 - Green Nanotechnology, Interface Science and Technology)

GS global 另一項產品為 Bio Marine Fuel(BMF) ，並非由生質柴油工廠生產，而是特別的 BMF 工廠生產，也屬於100%不含石油的生物燃料材料，料源為廢食用油 (UCOME)及其他生質原料，已通過 ISCC 認證，從去年已銷往歐盟市場，目前正與歐盟生質燃料廠商討論相關測試。BMF 的 SPEC 如附件二，大致上符合 ISO 8217 Residual marine fuel 的規範，硫含量最大僅0.1%，有助於減排。總酸價 3.5mg KOH/g 稍高於 ISO 8217規範(Max. 2.5mg KOH/g)，淨熱值最小約8,600kcal/kg，每單位重量的淨熱值少公司低硫燃油約15%。

(二)與 ExxonMobil 公司討論船用生質燃油:

接下來是與 ExxonMobil 駐新加坡公司的銷售人員討論，ExxonMobil 是總部位於美國的跨國石油、天然氣公司，現在能源政策是朝生質燃料、氫能及碳捕捉(CCS)的方向。新加坡作為摻配中心，所以並沒有生產 FAME(biodiesel)，是買進 FAME 後再摻配。原料目前是 UCOME 為主，屬2nd generation FAME，但也可應客戶要求摻配其他原料，如棕櫚油製成的 FAME。至於調配的方式是在油槽以疊加混摻的方式，摻配比例為 B24(目前新加坡生質燃油市場以 B24比例為主)，摻配人員會先算好所需的 FAME 與石化燃油的量。舉例來說，先加入10%量的 FAME，接著加入25量%的 fuel oil；再加入7%量的 FAME，接著加入25%量的 fuel oil；再加入7%量的 FAME 及26%量的 fuel oil，即摻配完成。在這期間油槽中的 mixer 也會進行攪拌，直至均勻。每月會檢測其是否分層，也就是檢測其穩定性及相容性。每次約摻配4,000~5,000噸的量，每月大概銷售1,000多噸的 B24，具有 ISCC 認證。所提供的報告符合 ISO 8217，並提供 FAME 的含量報告。WA 中的檢測項目則僅依客戶要求才加驗。

(三)參訪 Vitol 現場輸儲設施及實驗室

第二天拜訪 Vitol 公司，Vitol 為荷蘭跨國能源和商品貿易公司，業務包含石化燃料的精煉、運輸、碼頭、零售等，由 Vitol 人員陪同參觀位於馬來西亞的現場輸儲設施 ATB-Malaysia，是由 Vitol 委託 VTTI 公司(能源儲存供應商)負責輸儲，此 ATB 約可容納1,400,000m³，產品包含汽柴油、燃料油及棕櫚油(用於生產馬來西亞的 B7)等，由於地理位置優越，可用油駁船、槽車運輸油料至新加坡或馬來西亞。

由 ATB 員工介紹其控制室(類似供油中心的控制室)及現場簡單說明，主要討論如何進行船用生質燃油的摻配，工程師說明主要使用三種方式讓油品摻配均勻:1.油槽內有氮氣管線並有孔洞持續打入氮氣擾動攪拌；2.利用油槽內的攪拌器進行攪拌；3. ITT 打循環:以內部的兩油槽進行互相輸送循環，但建議兩槽液位有高低差。其他如設計進

料管徑差，將進料口管徑變小，使其進料壓力變大，也可造成流體擾動。

這裡也簡單介紹如何摻配 B24，B100的 FAME 是儲存於船上氮封，首先將部分燃料油加入油槽中，接著從船上卸24%的 B100(經管線送入油槽)，最後部份的燃料油先打至船上再送回油槽中(作為清洗管用)，接著再進行攪拌使其均勻。



圖二、VTTI 公司簡報介紹

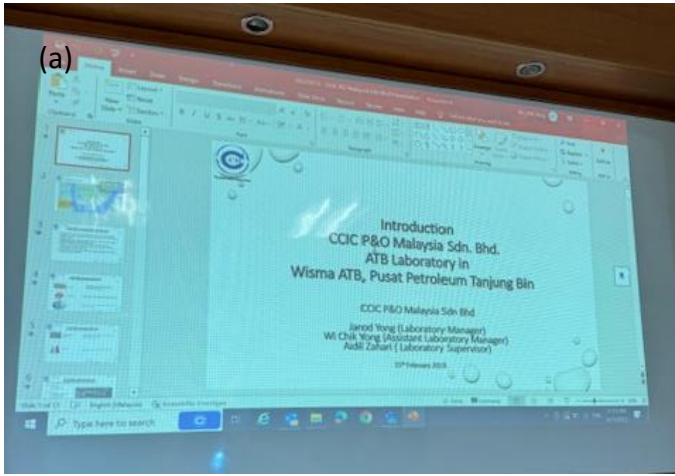


圖三、ATB — Malaysia 的俯視圖(via VTTI)

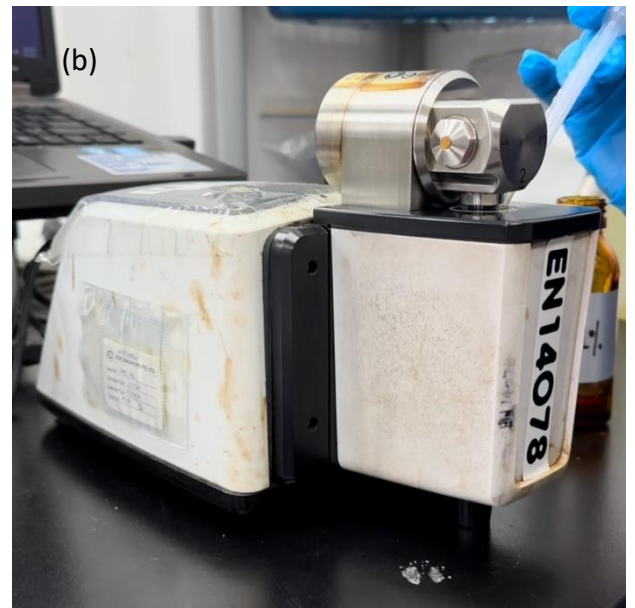
接著至廠區的實驗室參訪，實驗室為中國檢驗認證集團(CCIC)新加坡公司所負責檢測管理(新加坡區有另一個主要實驗室)，以剪報介紹實驗室及檢測項目簡單說明，實

驗室一開始負責檢測燃料油及重質蒸餘油品，後續完成汽柴油檢測方法的建立，因應廠區為24小時連續檢測，也取得2022年馬來西亞的 ISO 17025實驗室認證，主要協助像 Vitol、馬來西亞國有石油(Petronas)等石油及能源公司，進行油品檢測。

燃料油檢測中，實驗室有六項重要參數會先進行檢測，分別為密度(ASTM D4052/D1298)、動黏度(ASTM D445)、流動點(ASTM D97)、含水量(ASTM D95)、閃火點(ASTM D93)及含硫量(ASTM D4294)，這些數據會盡量在4小時內完成以確認燃料油品質，其他 ISO 8217的檢測項目仍會檢測，像酸價、總老化沉渣量等。剛提到的六項重要參數在煉研所本組實驗室皆可檢測，僅是 CCIC 保留比較傳統的方式檢測，如密度以 ASTM D1298(如圖五(a))是油品在一定溫度下，需500ml 左右油量，將比重計置入油中，待其平衡得到在當下溫度的密度，接著以校正公式計算求得在15度下的密度，其缺點為檢測油樣量大、檢測時間長(約1.5小時)及檢測誤差可能較大(目視觀察)。所以本組實驗室目前以 ASTM D4052為主(使用儀器以振盪樣本管利用振盪頻率去求出)，具時間快、檢測量少的優點。另外，動黏度也是依不同油樣利用不同大小的毛細管以人力進行檢測求出數據，而本實驗室是以儀器自動求出數據。這些傳統方法可能需花費較多時間。除了 ISO 8217檢測方法外，也討論到 WA 內新增的檢測方法要求，但新增檢測的要求該實驗室並非都有建立，如微生物生長檢測方法的 IP 385即沒有建立，熱值檢測則在新加坡實驗室才有。而 FAME 含量檢測是依 EN 14078(如圖五(b))進行，可以負責船用生質燃料中 FAME 含量的檢測。在此我們也詢問 Vitol 關於在新加坡供應船用生質燃料的檢測報告資訊，Vitol 在新加坡也是供應 B24，而提供的檢測報告符合 ISO 8217要求並附上 FAME 含量的資訊，至於 FAME 須符合 EN14214規範。與 ExxonMobil 相同，WA 中的檢測項目則僅依客戶要求才加驗。所提供的 B24也會有 ISCC 認證。另外，關於 B24長時間穩定性，Vitol 表示曾在油槽中存放 B24約10個月，其穩定性皆很好，每個月會定期檢測 ISO 8217的規範，且上中下層也未發生分層的問題。



圖四、(a)CCIC 實驗室簡報;(b)CCIC 實驗室現場介紹



圖五、(a) 密度(ASTM D1298)檢測設備；(b)FAME 含量(EN 14078)檢測儀器

五、具體成效:

(一)了解新加坡船用生質燃油市場發展概況

藉由本次參加船用生質燃料討論會議，與國際供應商及經銷商討論，了解目前新加坡船用生質燃油的市場發展概況。生質燃油由於是近幾年因應淨零排放而起的低碳能源，在市場很競爭(約7~10家公司銷售)，目前每月約供應40,000~50,000噸，相較於一般船用燃油約4,500,000~4,800,000噸的供應量仍不多。而摻配比例以 B24為主。現階段以摻入 FAME 為主要選項，生質料源雖選擇多，但以第2世代 FAME，也就是非糧食作物的廢食用油(UCOME)較吸引船東的注意。

(二)透過產品討論了解生質蒸餘燃料油

利用本次參加船用生質燃料討論會議，由國際供應商討論及提供的油品資訊，了解生質蒸餘燃料油(生質柴油工廠蒸餾後的底層蒸餘油)，韓國將其用於電廠使用，若可取得類似生質蒸餘油料可作為未來研究發展及規劃參考。

(三)了解新加坡船用生質燃油摻配、檢測等相關技術資訊

除參加船用生質燃料討論會議外，也參訪現場輸儲設施及實驗室，藉此了解船用生質燃油如何摻配，並讓混摻油料均勻；實驗室參訪可了解目前船用生質燃油檢測方法及設備。另外，船用生質燃油檢測報告應提供的資訊應符合 ISO 8217、附上 FAME 含量及 ISCC 認證。這些都可提供本公司將來生產船用生質燃油的技術引進及指引。

六、心得與建議:

新加坡做為國際航運重要樞紐，許多海運燃油供應商在此設點，船用生質燃油的起步較其他亞洲國家早，所以船用生質燃油市場相當競爭。這次赴新加坡參加船用生質燃料討論會議，除與國際供應商及經銷商討論，也至現場輸儲設施及檢測實驗室參訪。了解目前新加坡船用生質燃油的發展概況，以及專業人士對於生質燃油混摻、輸儲設施及實驗室的管理，收集相關技術資訊，提供未來公司生產並供應船用生質燃油有所參考。

新加坡船用生質燃油摻配以 **B24**為主(受限於 **IMO** 規定，濃度超過**25%**，船舶須更換成指定的化學品油輪)，剛發展階段生質料源以 **UCOME** 為主，各公司的摻配方式不同，皆為使摻配油料均勻不分層。藉由參訪實驗室及燃油檢測報告的討論，可了解船用生質燃油現仍以符合 **ISO 8217**，並提供 **FAME** 含量(以 **ASTM D7963**或其他方法)，**FAME** 本身要符合 **EN 14214**要求。最後並有 **ISCC** 認證才具有減碳效益。報告中並未要求符合 **WA 2:2022**(除非客戶要求)，所以實驗室並未完全建立 **WA 2:2022**中的檢測項目。建議公司將來生產並供應船用生質燃油時，可參考各公司油槽摻配的方式，並提供符合 **ISO 8217**及 **FAME** 含量的檢測報告，另外也要隨時關注未來新版的 **ISO 8217**。

此外，透過與國際供應商討論也了解生質蒸餘燃料油的特性，對於生質蒸餘燃料油的適用性或混摻性可作為未來研究發展及規劃參考。



Test Report: UL23-03410.001

Date: 21/08/2023
 KGETS Co., Ltd.
 59, Chodongnonggongdanji-gil
 Chodong-myeon, Miryang-si
 Gyeongsangnam-do,
 Korea, Republic of
 50455

The results shown in this test report specifically refer to the sample(s) tested as received unless otherwise stated. All tests have been performed using the latest revision of the methods indicated, unless specifically marked otherwise on the report. Precision parameters apply in the determination of the below results. Users of analytical results, when establishing conformance with commercial or regulatory requirements should note the full provisions of ASTM D3244, IP 367 and ISO 4259 in that context, the default confidence level of petroleum testing having been set at the 95% confidence level. Your attention is specifically drawn to Sections 7.3.6., 7.3.7 and 7.3.8 of ASTM D3244. With respect to the UOP methods listed in the report below the user is referred to the method and the statement within it specifying that the precision statements were determined using UOP Method 999. This Test Report is issued under the Company's General Conditions of Service (copy available upon request or on the company website at www.sgs.com). Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues defined therein. This report shall not be reproduced except in full, without the written approval of the laboratory.

The sample(s) to which the findings recorded herein (the "findings") relate was(were) drawn and / or provided by the Client or by a third party acting at the Client's direction. The Findings constitute no warranty of the sample's representativeness of any goods and strictly relate to the sample(s). The Company accepts no liability with regard to the origin or source from which the sample(s) is/are said to be extracted.

Please note in the below test report that the scope of the method UOP 908 limits the range of the lower detectable limit as follows: "lower limit of quantitation is 0.3 mg/mL (m/v-ppb)". Additionally, the precision of the method is not fully established, specifically, no reproducibility has yet been published.

This test report is not related to Korea Laboratory Accreditation Scheme.

CLIENT ORDER NUMBER :	HANYU ULSAN (2023.08.07)	SGS ORDER NO.:	--
LOCATION :	-	VESSEL :	HANYU ULSAN
SAMPLE SOURCE :	Supplied by Client	PRODUCT DESCRIPTION :	Fuel Oil - BIOFUEL
SAMPLE TYPE :	As submitted		
SAMPLED :	--	RECEIVED :	14/08/2023
ANALYSED :	21/08/2023	COMPLETED :	21/08/2023
SPECIFICATION COMMENT :	The specification is applied as per the client's request.		

The laboratory analysis for the Sub-Contract Laboratory tests are provided by:
 S4 - Subcontracted to another SGS - ISO 17025 Laboratory - SGS Yosu

PROPERTY	METHOD	RESULT UNITS	MIN	MAX
Observed Pressure - B	KS M ISO 2719:2016	101.4 kPa	--	--
Pensky Martens Flash Point (Closed cup) Procedure B	KS M ISO 2719:2016	126.0 °C	80	--
Kinematic Viscosity at 60 °C	KS M ISO 3104:2020	20.99 mm ² /s	15	55
Carbon Residue by Micro Method	KS M ISO 10370:2014	1.38 % (m/m)	--	5
Sulfur	KS M ISO 8754:2003	-0.030 % (m/m)	--	0.05
Ash Content	KS M ISO 6245:2001	0.010 % (m/m)	--	0.10
Copper Strip corrosion (3h / 50°C)	KS M ISO 2160:1998	1a Rating	--	1B
Pour Point	KS M ISO 3016:2019	3 °C	--	27
Density at 15°C	KS M ISO 12185:1996	918.4 kg/m ³	--	991
Water Content by Volumetric Karl Fischer	KS M 0010:2021 (Part 5.3)			
Water Content by Volumetric KF		0.193 % (m/m)	--	0.20
Acid Number	KS M ISO 6618:1997 Part 1	20.2 mg KOH/g	--	25
Sodium	EN 14108:2003	9.1 mg/kg	--	50
Elements by ICP in Middle Distillate Fuels	ASTM D7111-16(2021)			
Calcium		2.97 mg/kg	--	30 #
Vanadium		0.28 mg/kg	--	50
Aluminum + Silicon + Iron		13.63 mg/kg	--	200 #
Phosphorus		10.77 mg/kg	--	20 #
Potassium Content	EN 14109:2003	8.1 mg/kg	--	50

- Result is outside of test method limits and/or analytical range used in method precision study

REPORTED BY

AUTHORISED SIGNATORY

Rachel Han
 Administrator
 2108202313240000084725

Jochua Park
 Technical Manager

SGS Korea Co., Ltd.

Page 1 of 2
 23 Naedong 2-gil, Onsan-eup, Ulsan-gun, Ulsan, Korea 44998 Ph +82 52 240 2200

OGC-En_report-2018-06-31_v50m



Test Report: UL23-03410.001

Date: 21/08/2023
KGETS Co., Ltd.
59, Chodongnonggongdanji-gil
Chodong-myeon, Miryang-si
Gyeongsangnam-do,
Korea, Republic of
50455

This test report is not related to Korea Laboratory Accreditation Scheme.

PROPERTY	METHOD	RESULT	UNITS	MIN	MAX
Iodine Value	KS M 0065:2022 (Section 7)	118	g I2/100g	-	120
Nitrogen	KS M 2112:2011 (Part 8)	0.04	% (m/m)	-	0.3
Gross Calorific Value	KS M 2057:2006	9479	kcal/kg	9200	-
Net Calorific Value	KS M 2057:2006	8840	kcal/kg	8600	-
Water and Sediment	KS M ISO 3734:2011	0.10	% (v/v)	-	0.5
S4 - Mercury (Hg)	UOP 938-20	0.000592	mg/kg	-	20
Carbon	ASTM D5291-21 (Method D)	78.1	% (m/m)	-	-
Hydrogen	ASTM D5291-21 (Method D)	11.8	% (m/m)	-	-
Oxygen Content (by Balance Calculation)	Calculation				#
Oxygen Content (by 100-(C+H+N+S+Ash))		10.0	% (m/m)	-	-

**** End of Analytical Results ****

- Result is outside of test method limits and/or analytical range used in method precision study
This document is only valid in its entirety and your attention is drawn to the Terms and Conditions on Page 1 of this report.

REPORTED BY

AUTHORISED SIGNATORY

Rachel Han
Administrator
2108202313240000084725

Joshua Park
Technical Manager

Page 2 of 2

OQC-En_report-2018-08-31_v50m

SGS Korea Co., Ltd.

23 Naedong 2-gil, Onsan-eup, Ulju-gun, Ulsan, Korea 44998 Ph +82 52 240 2200

Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

附錄二 BMF SPEC

CHARACTERISTICS	METHOD	UNIT	SPECIFICATION	
			MIN	MAX
Density at 15°C	ISO 12185	kg/m ³	905	975
Kinematic Viscosity at 40°C	ISO 3104	mm ² /s	10	150
Sulphur Content	ISO 8754	% (m/m)		0.1
Flash Point, PMCC	ISO 2719B	°C	100	
Total Acid Number	ASTM D664	mg KOH/g		3.5
Total Sediment Potential	ISO 10307-2A	% (m/m)		0.05
Pour Point	ISO 3016	°C		30
Water Content	ISO 3733	% (V/V)		0.5
Ash Content	ISO 6245	% (m/m)		0.05
Sodium	IP 501	mg/kg		100
Calcium	IP 501	mg/kg		30
Zinc	IP 501	mg/kg		15
Phosphorus	IP 501	mg/kg		30
Potassium	EN 14538	mg/kg		30
Oxidation stability 110 C (a)	EN 15751	h	8	
Net Heat of Combustion	ASTM D240	MJ/kg	36	
Biogenic carbon content	ASTM 6866 (AMS)	% (m/m)	97	