第七章　操航試驗案例分析

7.1　試驗案例

7.1.1　試驗執行次數

本試驗規劃試驗條件計有兩種流況(漲、退潮)搭配兩種風向，冬季風向以東北風(NE)向、夏季以西南風(SW)向為主，風速為七級風(15m/sec)。考量三種船型靠泊碼頭，LNG216 船進港停泊第一與第二船席以及出港操航作業，LNG177 與 LNG266 船進港操航作業，共計 10 種試驗條件組合進行真時操船模擬，分別編成驗條件代號 01 至 10。本計畫依據操航試驗規劃，如表 7.1-1 所示之試驗矩陣進行操船試驗，預計至少執行 113 航次操航試驗。

表 7.1-1　觀塘工業專用港真時操船模擬操航試驗紀錄表

試驗條件編號	本　船		風向	風速 (m/sec)	潮位	規劃試驗次數	實際執行次數	達成任務次數	失效次數	備註
01	21.6 萬方	滿載	SW	15	退潮	12	12	11	1	駛入
02		滿載	SW	15	漲潮	12	12	11	1	
03		滿載	NE	15	退潮	12	13	13	0	
04		滿載	NE	15	漲潮	12	12	12	0	
05		減載	NE	15	退潮	5	5	5	0	駛出[1]
06	26.6 萬方	滿載	SW	15	退潮	12	12	12	0	駛入
07		滿載	NE	15	漲潮	12	13	13	0	
08	17.7 萬方	滿載	SW	15	退潮	12	12	12	0	駛入
09		滿載	NE	15	漲潮	12	12	12	0	
10	21.6 萬方	滿載	SW	15	退潮	12	14	13	1	駛入[2]
	總　計					113	117	114	3	

註 1：21.6 萬方減載駛出條件，係依滿載駛入試驗結果擇一嚴峻條件進行。
註 2：21.6 萬方駛入第二席碼頭條件，係依滿載駛入試驗結果擇一嚴峻條件進行。

本計畫全程試驗所有航次均委請擁有豐富之實船操作經驗的中油公司繫泊船長、臺中港領港及臺北港領港負責執行操船，下達俥、舵與拖船指令，由操船中心資深船長於駕駛台協助執行俥令控制，並由具實際操船經驗且領有船副資格的教師操控舵輪。模擬機教師台控制室則由操船中心專業教師擔任，負責操演條件設定、拖船指令執行與試驗資料擷取任務等。附錄一為各航次試驗編號環境條件操航結果對照表。各次操演之軌跡及船舶狀態(俥令、舵令、船艏向及船速等)資料詳見附錄二。因試驗次數限制，操航模擬試驗結果樣本數有限，本章統計分析與討論僅就簡單敘述統計討論，不適合進行參數預估。相關分析內容討論於本章相關各節次。

7.1.2 試驗結果綜述

對應於各操航試驗條件、試驗條件編號、應操航次數、實際達成操航次數與未達成任務次數統計，如表 7.1-1。本計畫共完成 117 航次試驗，其中達成任務次數共 114 次。未達成任務的航次共 3 次。LNG216 船進港操航試驗總共執行 63 航次，成功完成任務 60 航次，失效未達成任務 3 航次。LNG216 船出港操航試驗總共執行 5 航次，成功完成任務 5 航次，失效未達成任務 0 航次。LNG177 船進港操航試驗總共執行 24 航次，LNG266 船進港操航試驗總共執行 25 航次，全部成功完成任務。

圖 7.1-1 顯示 LNG 船進、出港操航試驗失效航次擱淺或碰撞發生位置分布圖。符號″1″、″2″與″0″分別代表條件編號 01、02 與 10。

總計失效任務的 3 航次均為 LNG216 船，且都是西南風條件，有 2 航次停靠第一船席，分別為試驗條件 01 西南風漲潮與試驗條件 02 西南風退潮，均擱淺於北防波堤黃浮標附近。表 7.1-2 為規劃試驗條件失效任務航次編號表，分述如下：

試驗條件 01 試驗航次編號 014，本船由進港航道進入堤口後，應逐漸減速並於迴船池停船迴轉，倒俥航行以左舷靠泊於第一船席。受到西南風影響，減速停船距離較長。領港未在迴船池掉頭迴轉，而直接駛入第一船席碼頭(P1)前方水域再向右迴轉，受風壓作用船位偏移而左船艏碰撞於碼頭底端北防波堤。試驗條件 02 試驗航次編號 079，本船由進港

航道進入堤口後，操作方式與 014 相似，領港未在迴船池掉頭迴轉，而直接駛入 P1 碼頭前水域再向左迴轉，受風壓作用船位偏移而右船艉碰撞碼頭底端之北防波堤。

停靠第二船席有 1 航次未達成任務，亦是西南風試驗條件 10 試驗航次編號 104，本船由進港航道進入堤口後，逐漸減速並於迴船池中心附近開始迴轉。受到西南風影響，受風壓作用船位偏移，向右迴轉掉頭時碰撞第一船席凸角。

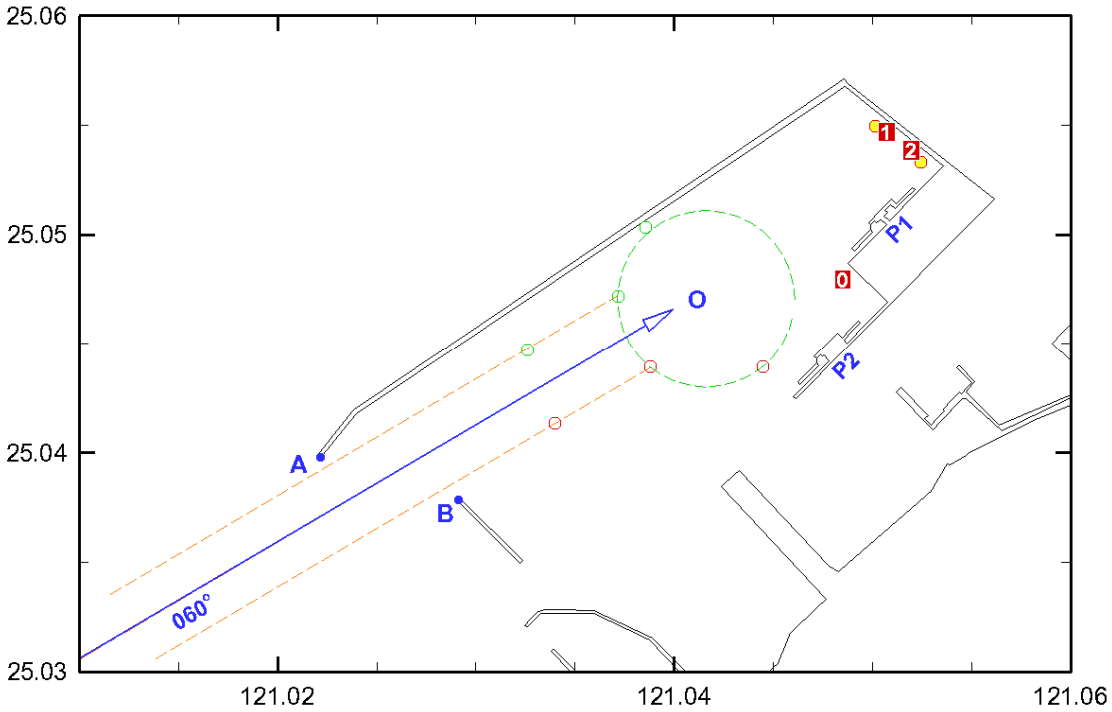

圖 7.1-1　LNG 船未達成任務航次擱淺位置標示圖

表 7.1-2　真時操船模擬失效案例紀錄表

案例編號	條件編號	本船	風向	潮位	泊靠碼頭	失效位置
014	01	LNG 216	SW	退潮	P1	順時針掉頭時，碰撞於碼頭底端防波堤
079	02			漲潮		逆時針掉頭時，碰撞於碼頭底端防波堤
104	10			退潮	P2	順時針掉頭時，碰撞於第一船席碼頭的凸角處

除了失效任務的 3 航次外，另有部分案例頻臨碰撞或擱淺的危險。表 7.1-3 為高危險案例表，此 4 個案例分別為：試驗條件編號 04，案例編號 015，順時針掉頭時，船艉貼近碼頭底端防波堤。試驗條件編號 03，案例編號 050，類似案例編號 003，在進港 13 分鐘時，左船舷非常貼近進港北提口防波堤，幾乎擦撞。試驗條件編號 08，案例編號 076，逆時針掉頭時，船艉貼近碼頭底端之淺水區防波堤。試驗條件編號 05，案例編號 092，在出港時，受東北風的推頂，左舷擦撞迴轉池的浮筒。

表 7.1-3　真時操船模擬高危險案例紀錄表

案例編號	條件編號	本船	潮位	風向	進/出港	高危險原因
015	04	LNG 216	漲潮	NE	進港	順時針掉頭時，船艉貼近碼頭底端防波堤
050	03	LNG 216	退潮	NE	進港	進港時，左船舷非常貼近進港北防波堤
076	08	LNG 177	退潮	SW	進港	逆時針掉頭時，船艉貼近碼頭底端防波堤
092	05	LNG 266	退潮	SW	出港	在出港時，左舷擦撞迴轉池的浮筒

整體而言，依據觀塘工業區(港)迴避替代方案港域配置、環境海流流場、航道與水深分布等試驗條件規劃，真時操船模擬結果顯示；所有未達成任務案例與高危險案例中，除了 092 航次外，均於港內迴轉掉頭時發生碰撞而失效或瀕臨碰撞危險。此失效或危險事故可藉由訂定迴轉掉頭操作規範，降低或排除失效的風險。因此，為了提升大型 LNG 船進港安全性，必須有更安全的進港操航程序準則，同時也必須有充足的輔助設施協助。

7.2 LNG216 西南風退潮-靠泊第一船席案例分析

7.2.1 靠泊成功-編號 060 航次

編號 060 航次進港靠泊第一船席之進港操航試驗。因強烈西南風風壓與退潮流影響，船位容易受環境外力干擾而造成順風順流現象，風壓與流壓力，對船位偏移的方向相同。圖 7.2-1 與圖 7.2-2 分別為試驗結果全程航跡圖與港內航跡放大圖。圖 7.2-3 與圖 7.2-4 分別為航行參數時序圖與拖船施力時序圖。

初始設定西南風風速 15m/sec 退潮流，夏季波高 1.5 公尺，起始位置流向 15 度，流速約 1.6 節，船艏向(Heading)設定為 105°，潮流的作用航向為 095°，本船船速設定 8 節。潮流作用使操演起始對地船速(Speed Over Ground；SOG)為 9.5 節。領港登輪操航開始，領港加速以全速進俥(Full Ahead；FAH)航行，剛開始船速維持約 9～12 節航行，6 分鐘後，減速為慢速進俥(Half Ahead；HAH)，由於一開始的左舵 20，船舶左偏，船艏向約 070～080 度，對著堤口中央航行，航速略減為 9 節前進，受西南風風壓與退潮流影響，使船位明顯偏離設計之進港中線。在航行時，因受西南風吹襲，右舷受風，過程中，因修正船艏向須不斷用舵，且逐漸減俥，通過堤口時船速維持 9～10 節左右，斷續使用左舵調整航向，避免船艏往右偏轉。

本船 15 分鐘時通過北堤頭，航向角 64.0，船速 9.6 節，船為維持在航道中線，逐漸調整航向(約 060 度)對著迴船池的兩浮筒中間，21 分鐘進入迴船池船速 6.9 節，船中心維持在兩浮筒中間。20 分鐘時，本船停俥，23 分鐘開始全速倒俥(Full Astern；FAS)，轉數維持在 63 轉左右，船速降至 2 節左右，26～32 分鐘之間，採用正舵且 27 分鐘停俥，30～35 分鐘之間，採用左進俥及右退俥方式，協助順時針掉頭，讓船艏右轉。四拖船同時推頂，阻抗風壓，使船艏順利掉頭，掉頭位置在迴船池中央之北側。掉頭後，由右船艏及右船艉四艘拖船推頂，逐漸將船身平行推至第一船席邊，最後成功完成停泊，僅僅歷時 38 分 26 秒。

本船 15 分鐘時進入北堤口遮蔽區後即呼叫拖船備便，左船艏配置 2

艘及右船艉 2 艘，共配置 4 艘拖船。23 分鐘時，左船艏及右船艉四艘拖船同時以大俥頂，協助船艏順時針轉向。左船艏拖船移至右船艏，32 分鐘時，右船艏與右船艉拖船，兩艘拖船同時大俥頂，協助靠泊，最後完成本船靠泊。

操航試驗結果航行參數如圖 7.2-3 所示。操航分析與建議如下：

1. 本船起始一分鐘後後，即左舵 20 度，左轉船艏向至 070～080 度，偏離航道北側，本案例雖然能在航道中央順利通過防波堤，但風壓角較大，不利於操船，建議先維持航向 105 度，約航行四分鐘後再左轉，船艏向約 060 度，減小風壓角，比較容易維持船位在航中央。

2. 由於西南風及退潮流，本船進港時順風順流，船速會受風、流作用而加速。本船在港外航行時，船速最大增加到 12 節，雖然在通過防波堤時，船速已降至 10 節以下，但後續必須使用全速倒俥，船速降至 2 節時，船身已過迴船池中心，建議在順風順流情況下，須注意船速之控制。

3. 本船靠泊第一船席，在掉頭時，建議儘量保持船艏不要超過迴船池中心以北，保持在迴船池內掉頭，避免西南風風壓作用，使船艉碰撞到碼頭底端防波堤。

4. 建議本船掉頭位置還是以迴船池中央為準，雖然掉頭後，船位離第一船席較遠，較為耗時，但比較安全。

5. 由於本船為雙俥船，建議採用雙俥進退之操船模式，可提升船舶之迴轉安全性能。

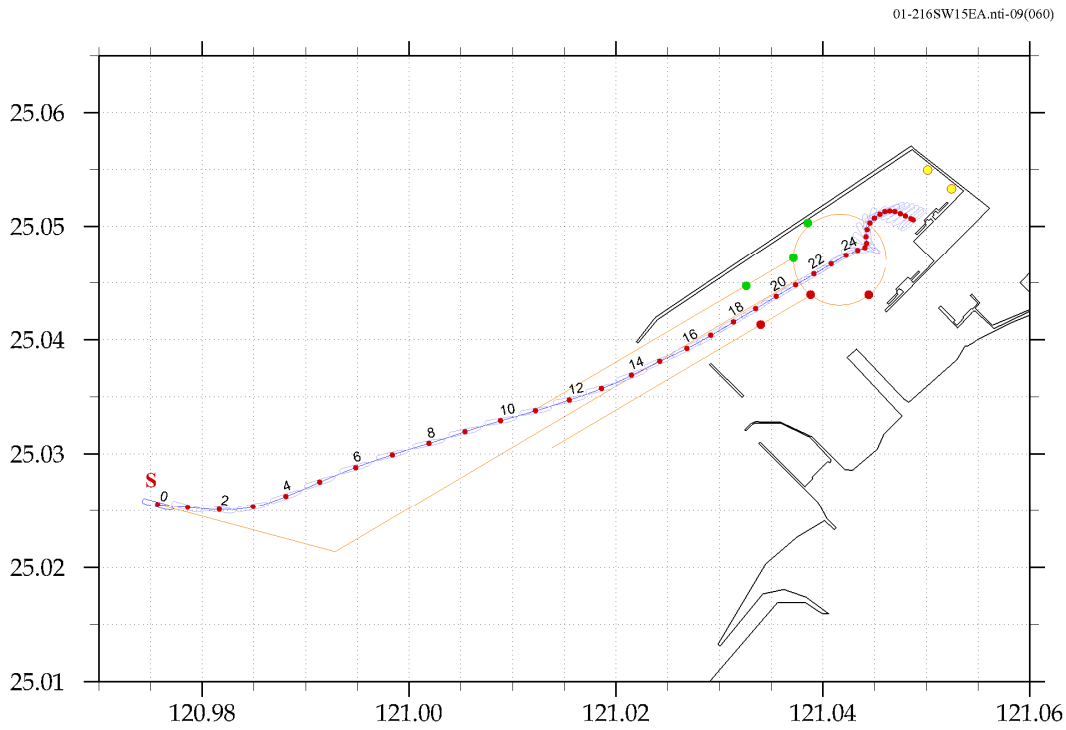

圖 7.2-1　編號 060 航次西南風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖

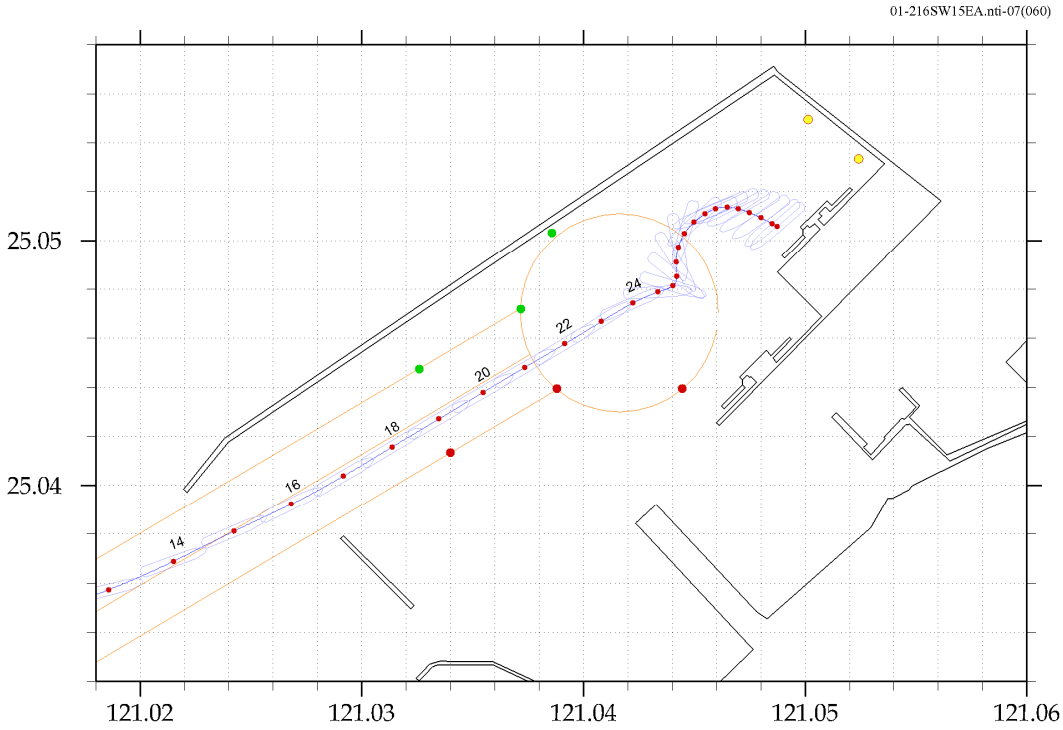

圖 7.2-2　編號 060 航次西南風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖

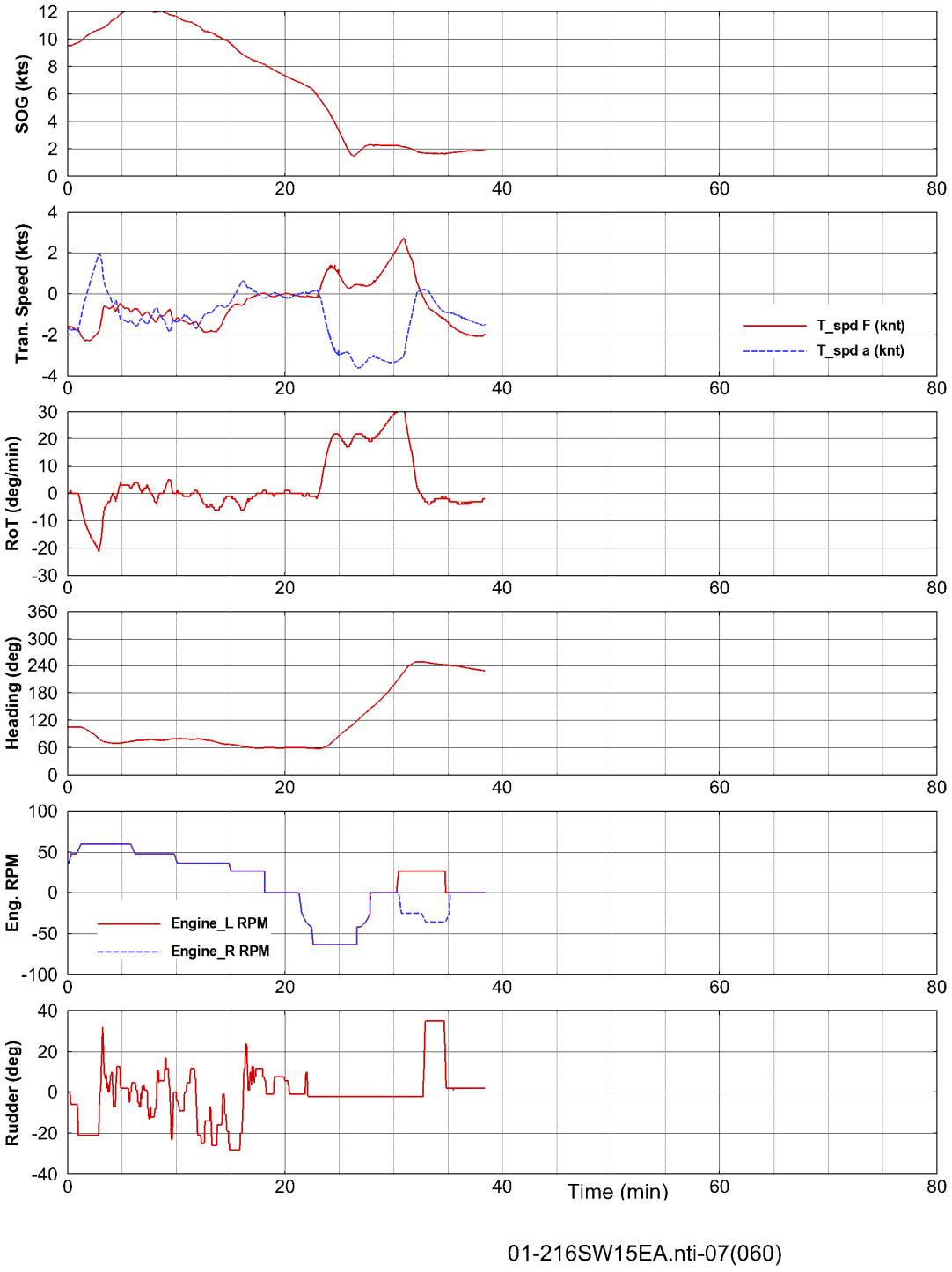

圖 7.2-3　編號 060 航次西南風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

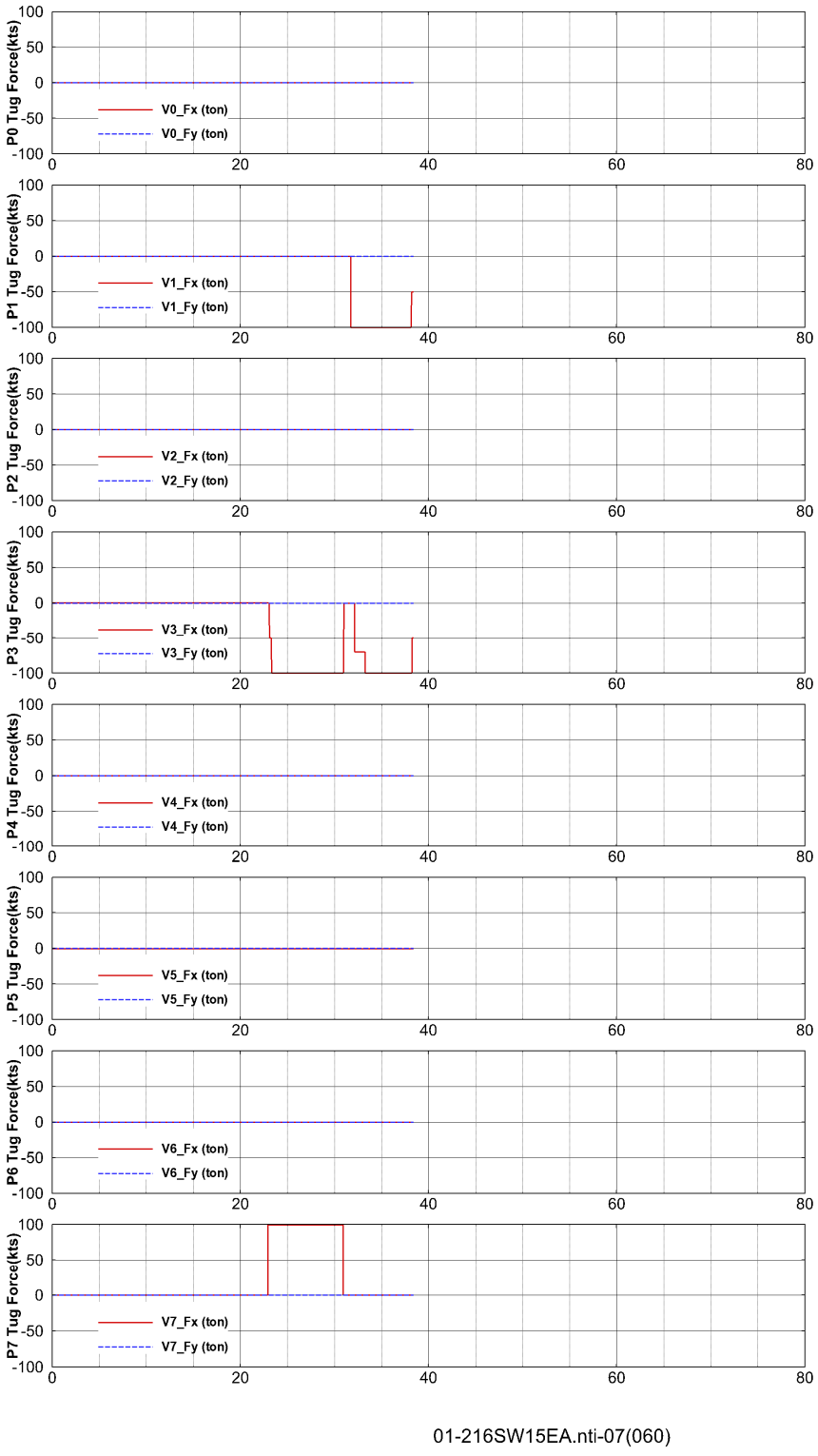

圖 7.2-4　編號 060 航次西南風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.2.2 靠泊成功-編號 074 航次

編號 074 航次，西南風退潮流條件，試驗初始設定與前一節(7.2.1 節)編號 060 航次相同。西南風風壓力與退潮流流壓力作用方向相同，對船位偏移有加成的影響。圖 7.2-5 與圖 7.2-6 分別為試驗結果全程航跡圖與港內航跡放大圖。圖 7.2-7 與圖 7.2-8 分別為航行參數時序圖與拖船施力時序圖。

本船啟動後，領港加速以全速進俥(FAH)航行，9 分鐘時，船速增至 13 節，減速為半速進俥(HAH)，12 分鐘時再減速為慢速進俥(SAH)，12 分鐘時船速降至 9.5 節。由於操演開始時領港以左舵 20 度，使船舶左轉至船艏向 080 度，航向 075 度，對著堤口中央航行，受西南風風壓與退潮流影響，使船位明顯偏離進港航道，12 分鐘穩舵於進港航道中線，本船 15 分鐘時通過北堤頭，航向角 66.0，船速 9.5 節。18 分鐘最慢速進俥(DSAH)，船速略減為 9 節前進。右舷承受西南風壓，須不斷用舵修正航向，通堤口時船速維持 8-9 節左右。進入堤口在航道中航行時後繼續以左舵調整航向避免船位往右偏移，並逐漸減俥減速。船位維持在航道中線，以船艏向 065 度，風壓角約 5 度，保持航向 060 度，對著迴船池的兩浮筒中間航行。19 分鐘時，本船停俥，20 分鐘進入迴船池，航向角 060 度，船速 8 節，船位偏向紅浮筒。24 分鐘通過迴船池時船速約 5 節，開始全速倒俥(FAS)。25 分鐘時艏向轉為 000，26 分鐘減為半速倒俥(HAS)。26～29 分鐘之間，採用左滿舵，使船艏偏向左。27 分鐘停俥，短暫採用左退俥及右進俥方式，協助逆時針掉頭，讓船艏左轉加上四拖船同時全俥施力，使船艏順利掉頭，掉頭位置在迴船池外側之偏北方。掉頭後，依賴船艏及船艉之拖船推頂，逐漸將船身平行推至第一船席邊，最後成功完成停泊，僅僅歷時 34 分 45 秒。

本船 15 分鐘時進入北堤口遮蔽區後即呼叫拖船備便，右船艏配置 2 艘及左船艉 2 艘，共配置 4 艘拖船。21 分鐘時，右船艏及左船艉四艘拖船同時以全俥推頂，協助船艏逆時針轉向。30 分鐘時左船艏拖船移至右船艏，協助靠泊，最後完成本船靠泊。

操航試驗結果航行參數如圖 7.2-7 所示。操航分析與建議如下：

1. 本案例在通過防波堤之前之操船與前一節(7.2.1)編號 60 之案例相似，通過防波堤後緩慢減速，至迴船池中心時之船速還有約 7 節，全速倒俥，並利用掉頭之轉向使船速快速下降。建議港內船速不應太快，萬一倒俥遲緩或故障，事故損害難以想像。

2. 本船靠泊第一船席，在掉頭時，建議儘量保持船艏不要超過迴船池中心以北，保持在迴船池內掉頭，避免西南風壓作用，使船艉碰撞到碼頭底端之防波堤。

3. 建議本船掉頭位置還是以迴船池中央為準，雖然掉頭後，船位離第一船席較遠，較為耗時，但比較安全。

4. 本案例係以逆時針方式轉向掉頭，可供參考。但通過迴轉池後在碼頭外側逆時針迴轉掉頭，雖可大幅縮短航程時間。但西南風是右船艉來風，起始轉向扭力較大，且必須注意船艉會碰撞到第一船席凸角的危險性。

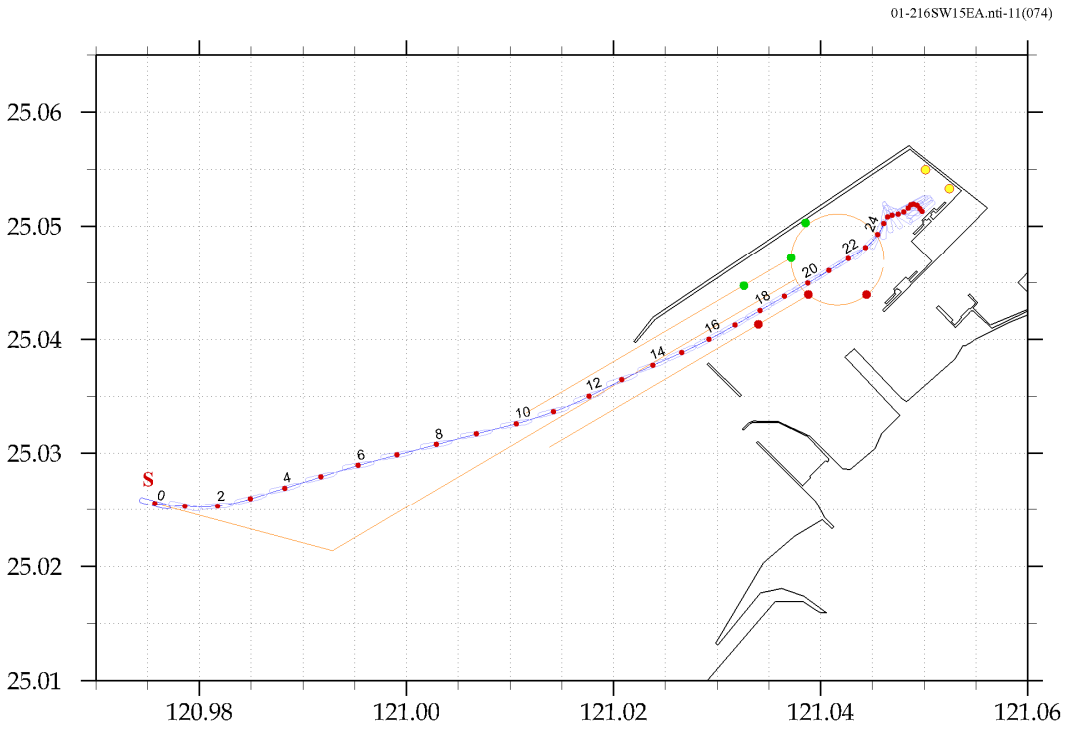

圖 7.2-5　編號 074 航次西南風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖

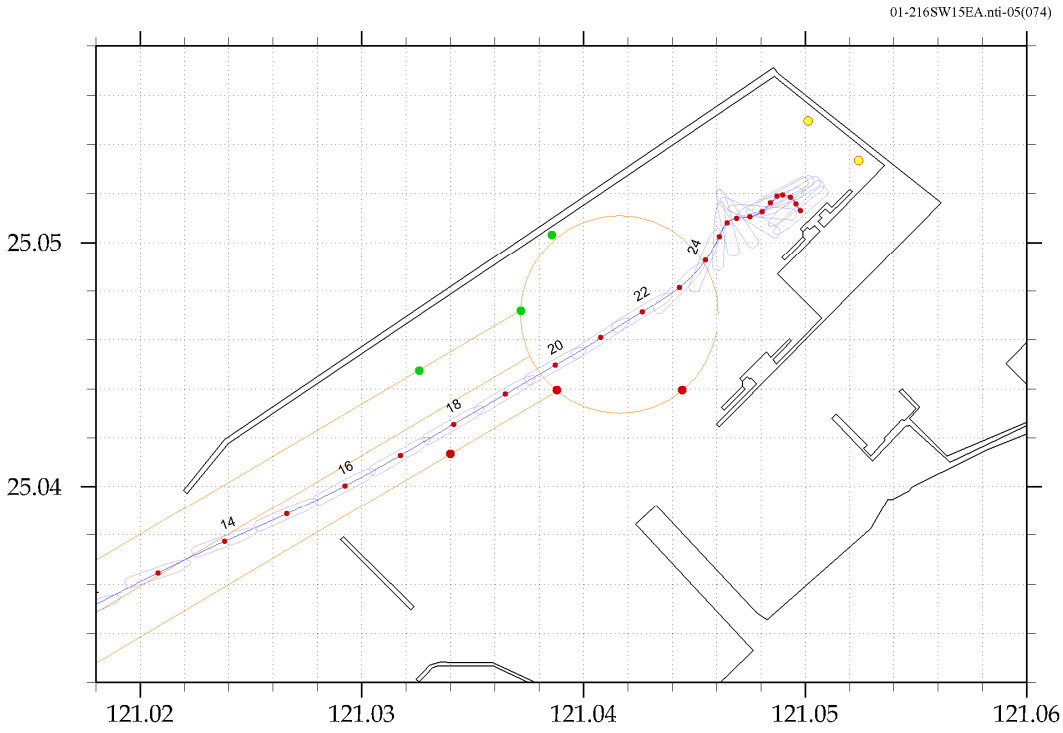

圖 7.2-6　編號 074 航次西南風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖

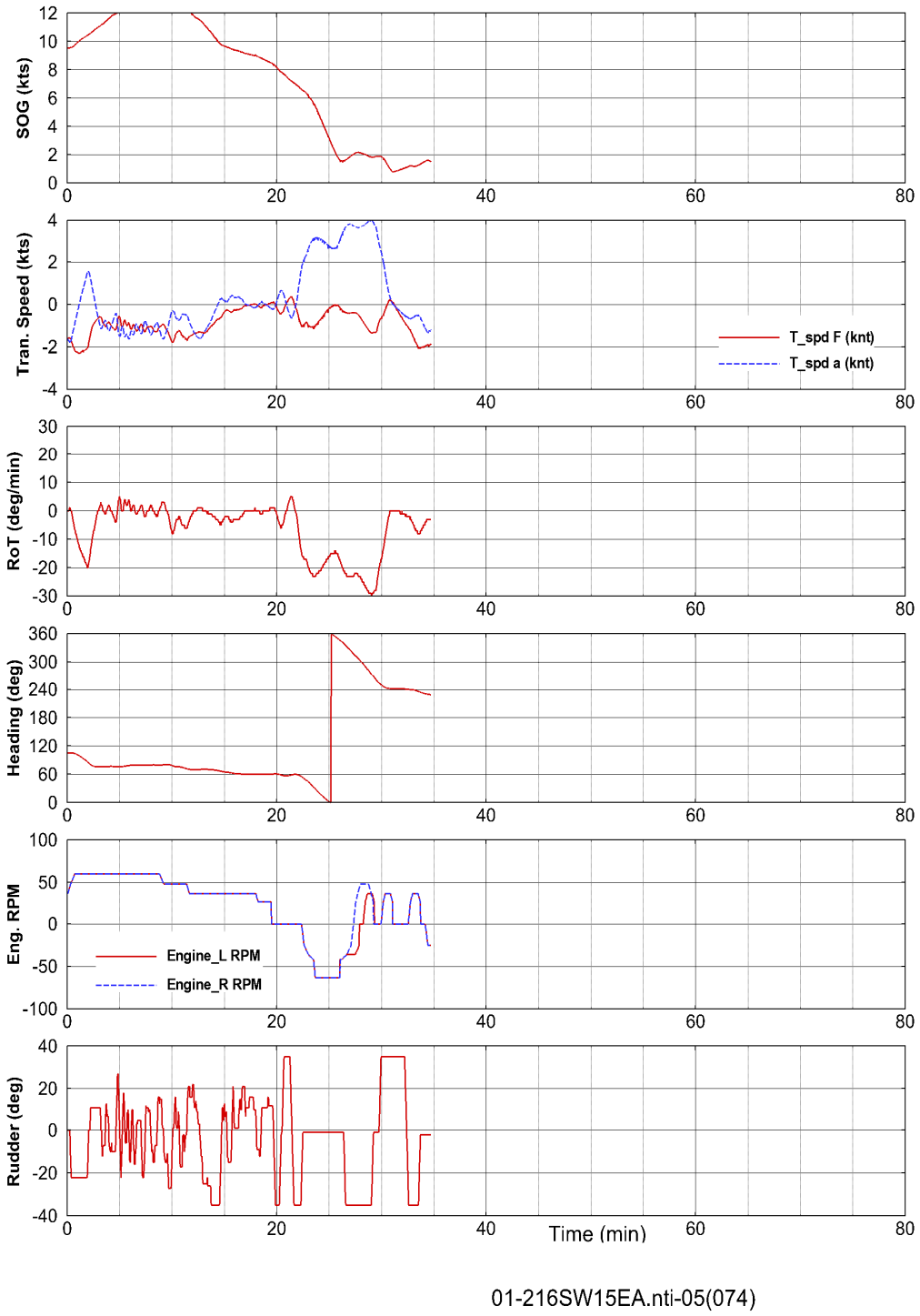

圖 7.2-7　編號 074 航次西南風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

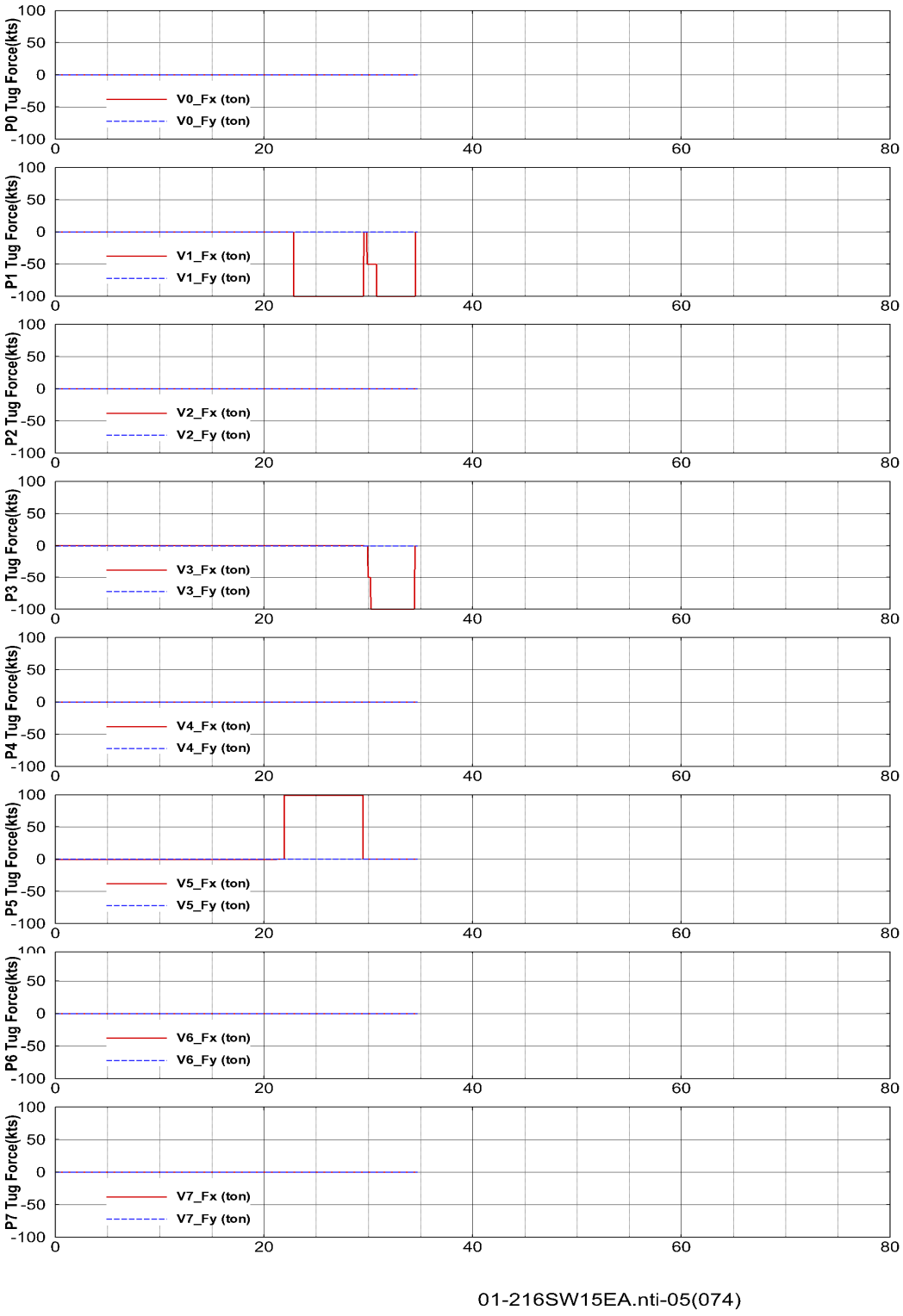

圖 7.2-8　編號 074 航次西南風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.2.3 靠泊失效-編號 014 航次

編號 014 航次，西南風退潮流條件，試驗初始設定與 7.2.1 節(編號 060 航次)相同。西南風風壓力與退潮流流壓力作用方向相同，對船位偏移的影響最顯著。圖 7.2-9 與圖 7.2-10 分別為試驗結果全程航跡圖與港內航跡放大圖。圖 7.2-11 與圖 7.2-12 分別為航行參數時序圖與拖船施力時序圖。本船啟動後，領港以全速進俥(FAH)航行， 8 分鐘時船速約 13 節，11 分鐘減速為半速進俥(HAH)，13 分鐘減速為慢速進俥(SAH)，15 分鐘減速為極慢速進俥(DSAH)。由於開始的壓左舵，使船舶左偏，船艏向約 080 度航向 075 度，對著防波堤航道中央航行，受西南風風壓與退潮流影響，使船位稍微明顯偏離設計之進港航線。15 分鐘進入堤口，航速為 11 節前進，航向角 55 度，船位維持在航道中線附近，對著迴船池的兩浮筒中間。同時呼叫拖船備便，左船艏配置 1 艘，左船舯 1 艘，正船艉 1 艘及右船艉 1 艘大拖，共配置 4 艘拖船。20 分鐘進入迴船池，船速 8.4 節。22 分鐘時通過迴船池中心，本船停俥但航速仍有 7.4 節。24 分鐘駛出迴船池右側邊界仍未開始迴轉掉頭操作。25 分鐘船速仍維持 6 節左右，船艏距離碼頭底端防波堤已不足 200 公尺，開始全速倒俥(FAS)，四拖船同時全俥推頂採用順時針掉頭。但未能及時轉向左船艏撞擊碼頭底端防波堤，歷時 32 分 24 秒。

本次操航試驗，航行通過迴船池仍未執行掉頭迴轉，造成擱淺撞擊。操航試驗結果航行參數如圖 7.2-11 所示。操航分析與建議如下：

1. 西南風及退潮流的情況下，順風順流，本船在港外航行及通過防波堤之船速建議儘量不要超過 9 節，且在通過防波堤後即需逐漸減速，才能有效控制本船迴船池內安全掉頭。

2. 本船靠泊第一船席，在掉頭時，建議儘量保持在迴船池內掉頭，避免風壓作用力，使船速過快碰撞到碼頭底端之防波堤。

3. 建議本船掉頭位置還是以迴船池中央為準，雖然掉頭後，船位離第一船席較遠，較為耗時，但比較安全。在迴轉池外側，雖可大幅縮短航程時間。西南風(順風)順時針掉頭迴轉船位偏移較長，必須注意操俥掌控，避免本船慣性與風壓作用使迴轉偏移過大而

擱淺。

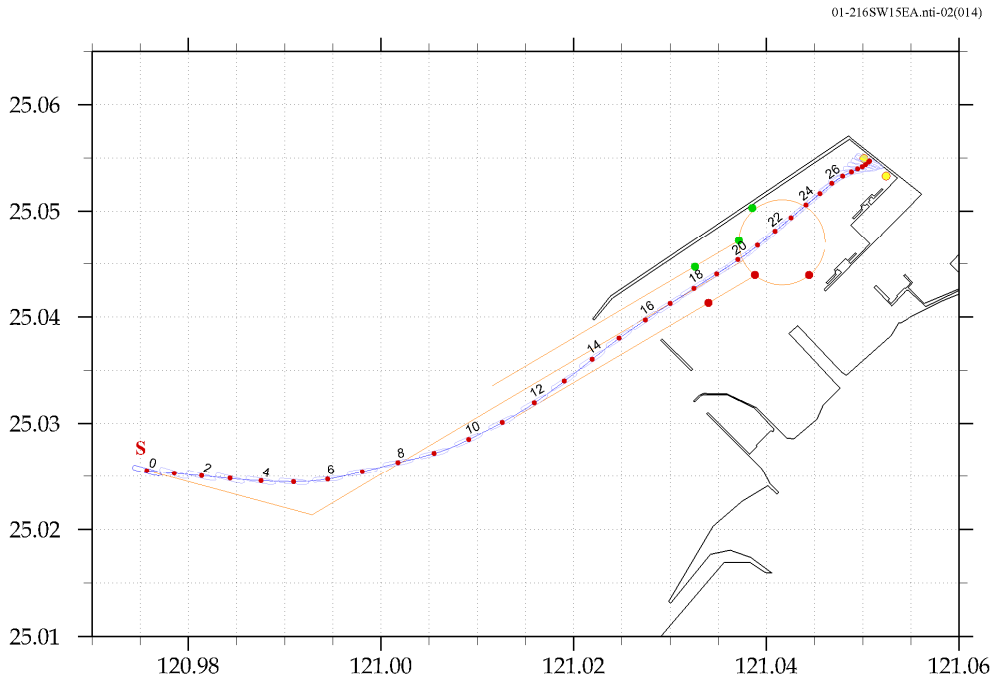

圖 7.2-9　編號 014 航次西南風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖

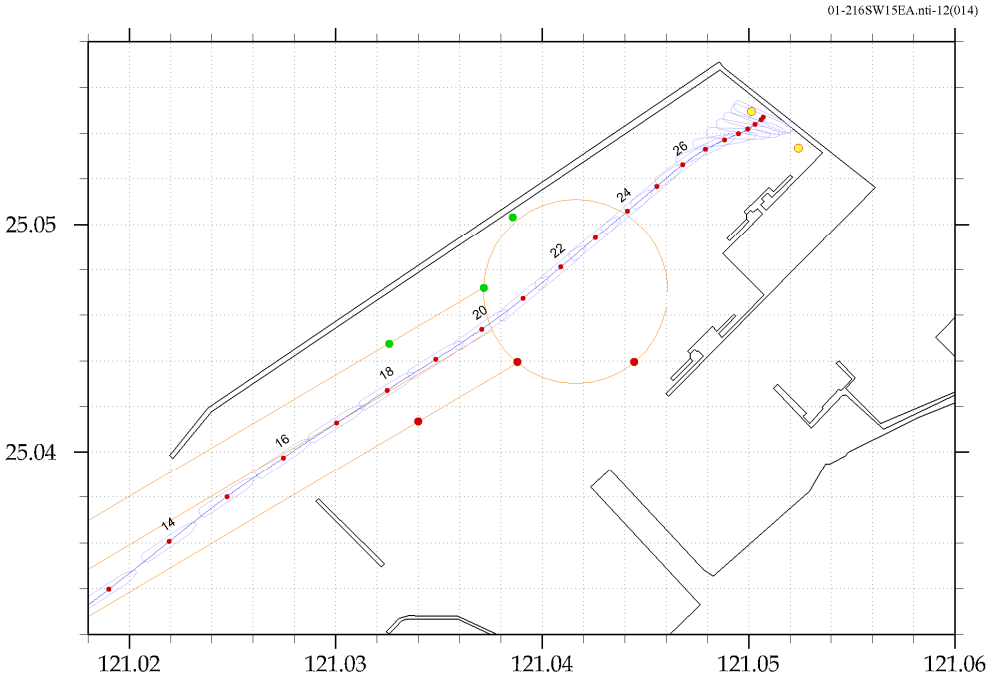

圖 7.2-10　編號 014 航次西南風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖

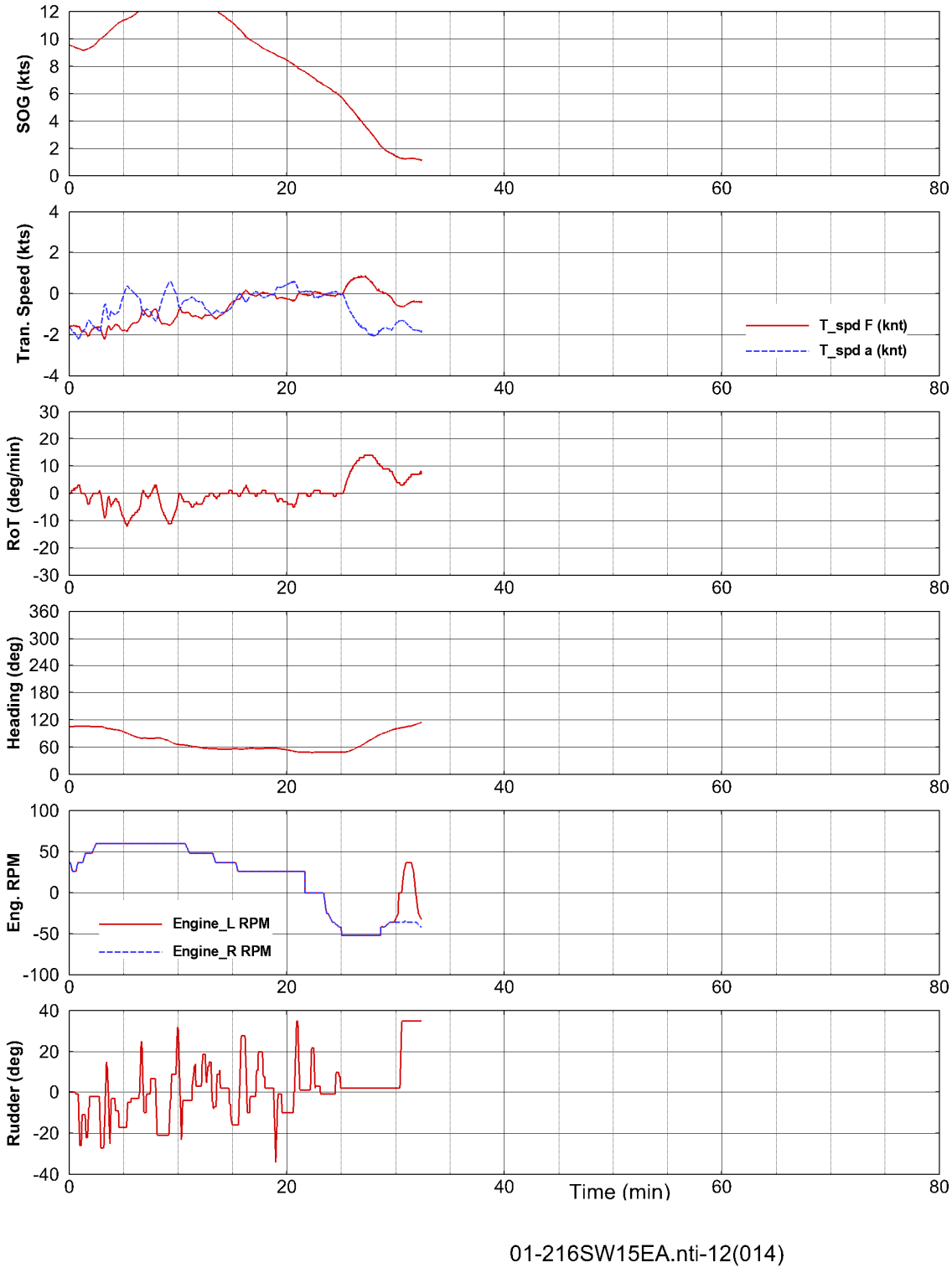

圖 7.2-11　編號 014 航次西南風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

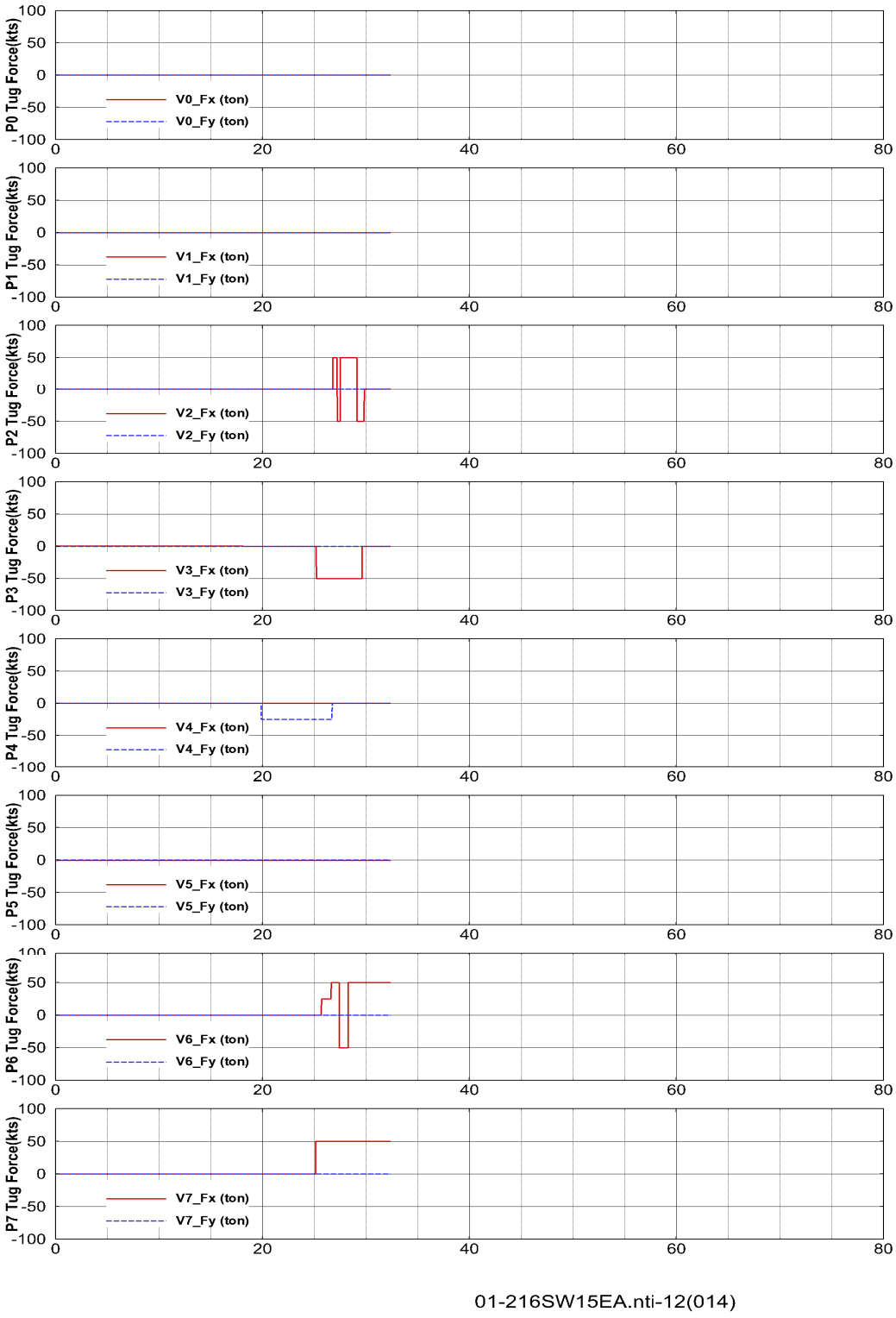

圖 7.2-12　編號 014 航次西南風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.3 LNG216 西南風漲潮-靠泊第一船席案例分析

7.3.1 靠泊成功-編號 048 航次

因強烈西南風風壓與漲潮流影響，船位容易受環境外力干擾而造成順風順流現象，初始航向為 105 度，航速 8 節，流向 230 度，流速約 0.9 節。西南風 15m/sec 條件進港，風壓與流壓力，對船位偏移的方向相反，互相抵銷。圖 7.3-1 與圖 7.3-2 分別為編號 048 航次，進港靠泊第一船席之進港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.3-3 與圖 7.3-4 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。

本船啟動後，領港加速以全速進俥(FAH)航行，8 分鐘時船速達 11 節，減俥速為半速進俥(HAH)，10 分鐘減俥為慢速進俥(SAH)，12 分鐘再減俥為最慢速進俥(DSAH)。14～16 分鐘之間短暫停俥，調節速度。16～22 分鐘恢復最慢速進俥(DSAH)。本船啟動以左舵 30 度向左轉向，5 分鐘時船艏向約 069 度朝向堤口航行。受西南風風壓影響，使船位明顯偏離設計之進港航線。18 分鐘時航速 7.1 節通過北防波堤口，船位偏離航道中線，貼近北防波堤端。因受西南風吹襲及漲潮流，不斷用舵修正航向且逐漸減俥，通過堤口後船速維持約 7 節，繼續調整航向，避免船位偏移，10～28 分鐘之間，船艏向均維持在 060～063 度，航向約 065～070。

本船 18 分鐘時通過北堤頭，船位偏離航道中線左側。27 分鐘進入迴船池時船速 5.2 節。22～26 分鐘本船停俥，27 分鐘開始全速倒俥(FAS)，船位在迴轉池中心北側順時針掉頭。31 分鐘船速降至 2 節左右，32～40 分鐘之間，採用左進俥及右退俥方式，協助順時針掉頭，讓船艏右轉，27～35 分鐘之間，右船艉 1 艘拖船大俥頂及 27～31 分鐘之間左船艏 2 艘拖船大俥頂，阻抗風壓，加總各種作用力的推進，使船艏順利掉頭，掉頭位置在迴船池中央偏北。掉頭迴轉後船艏及船艉之拖船推頂，逐漸將船身平行推至第一船席邊，最後成功完成停泊，歷時 45 分 54 秒。

本船 18 分鐘時進入北堤口遮蔽區後即呼叫拖船備便，左船艏配置 2 艘、右船艉 1 艘及正船艉 1 艘大拖，共配置 4 艘拖船。如前述，27 分鐘左船艏 2 艘及右船艉 1 艘，共 3 艘拖船同時以大俥頂，協助船艏順時針

轉向，30～35 分鐘之間，正船艉 1 艘拖船朝後大俥拉，以減緩船速。左船艏拖船移至右船艏，正船艉移至右船艉，39 分鐘時，右船艏與右船艉拖船，四艘拖船同時大俥頂，協助靠泊，最後完成本船靠泊。

由於西南風及漲潮流，本船進港時順風頂流，進防波堤前，船速會受風、流作用而稍微抵銷，因此，本船必須隨時控制船位，通過堤頭時，船位儘量維持在航道中線，本次操航偏離航道中線左側。本船在船艏到達迴船池中央時，已將船速降到 1.8 節左右，並在迴船池內順時針掉頭。操航試驗結果航行參數如圖 7.3-3 所示。操航分析與建議如下：

1. 本船在進防波堤前，因受西南風壓影響，未能有效控制船位保持在航道中線上，但 10～28 分鐘之間，長達 18 分鐘使船位維持在 60～63 的航向。建議本船從起始點左轉之時間不要太早，儘量能在左轉後，保持船位在航道中線上，船艏向約 60 度，則可降低西南風對船位偏移之影響，避免太接近北防波堤。

2. 建議本船掉頭位置可參照此次操航試驗，以迴船池中央為準，雖然掉頭後，船位離第一船席較遠，但掉頭後，在西南風的順風情境下，倒俥後退並不會耗時過久，也較為安全。

3. 由於本船為雙俥船，本次操航長達 8 分鐘，採用雙俥進退之操船模式，減少用舵操船，可安全提升船舶之迴轉操控性能。

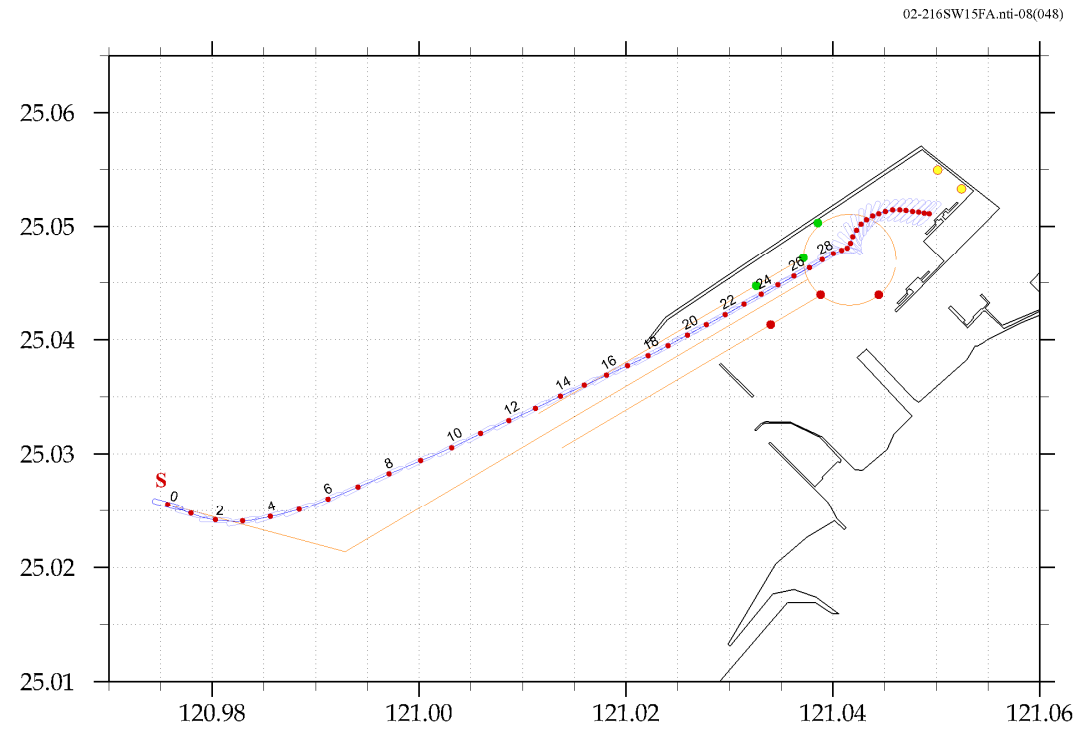

圖 7.3-1　編號 048 航次西南風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖

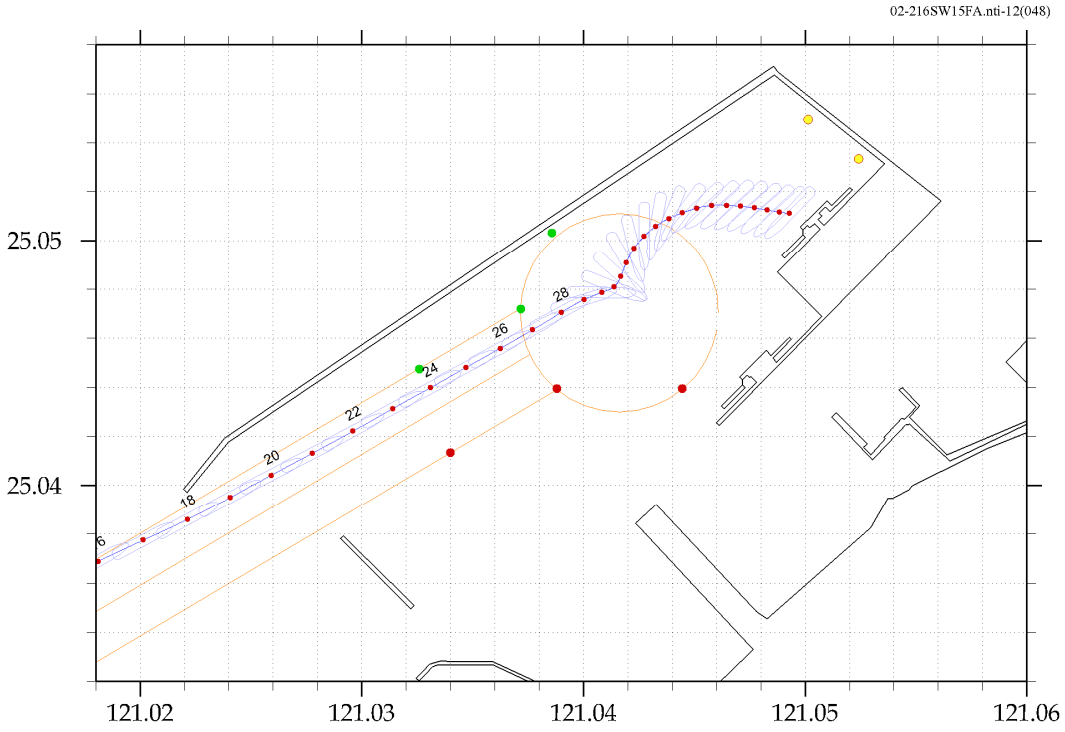

圖 7.3-2　編號 048 航次西南風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖

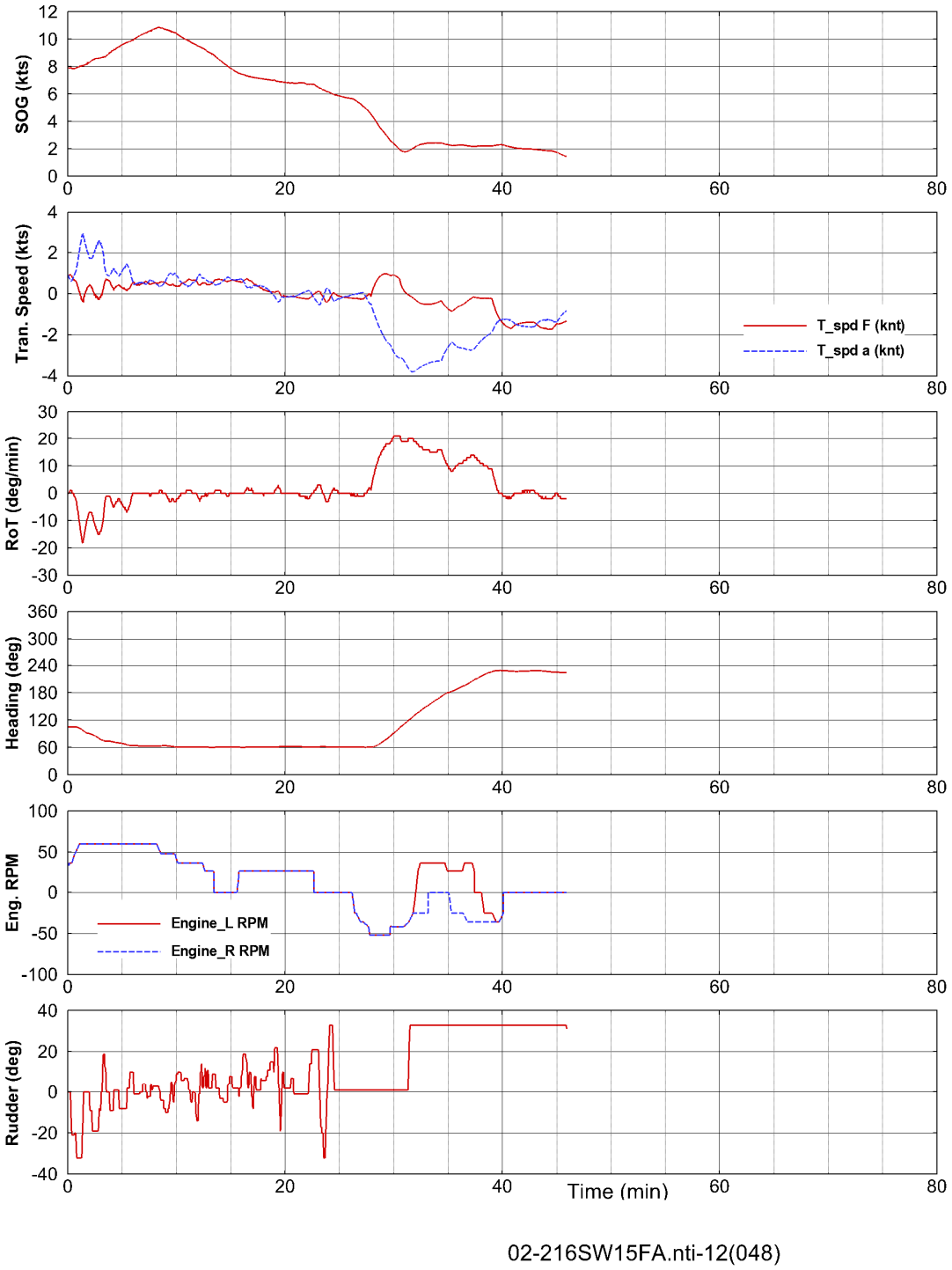

圖 7.3-3　編號 048 航次西南風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

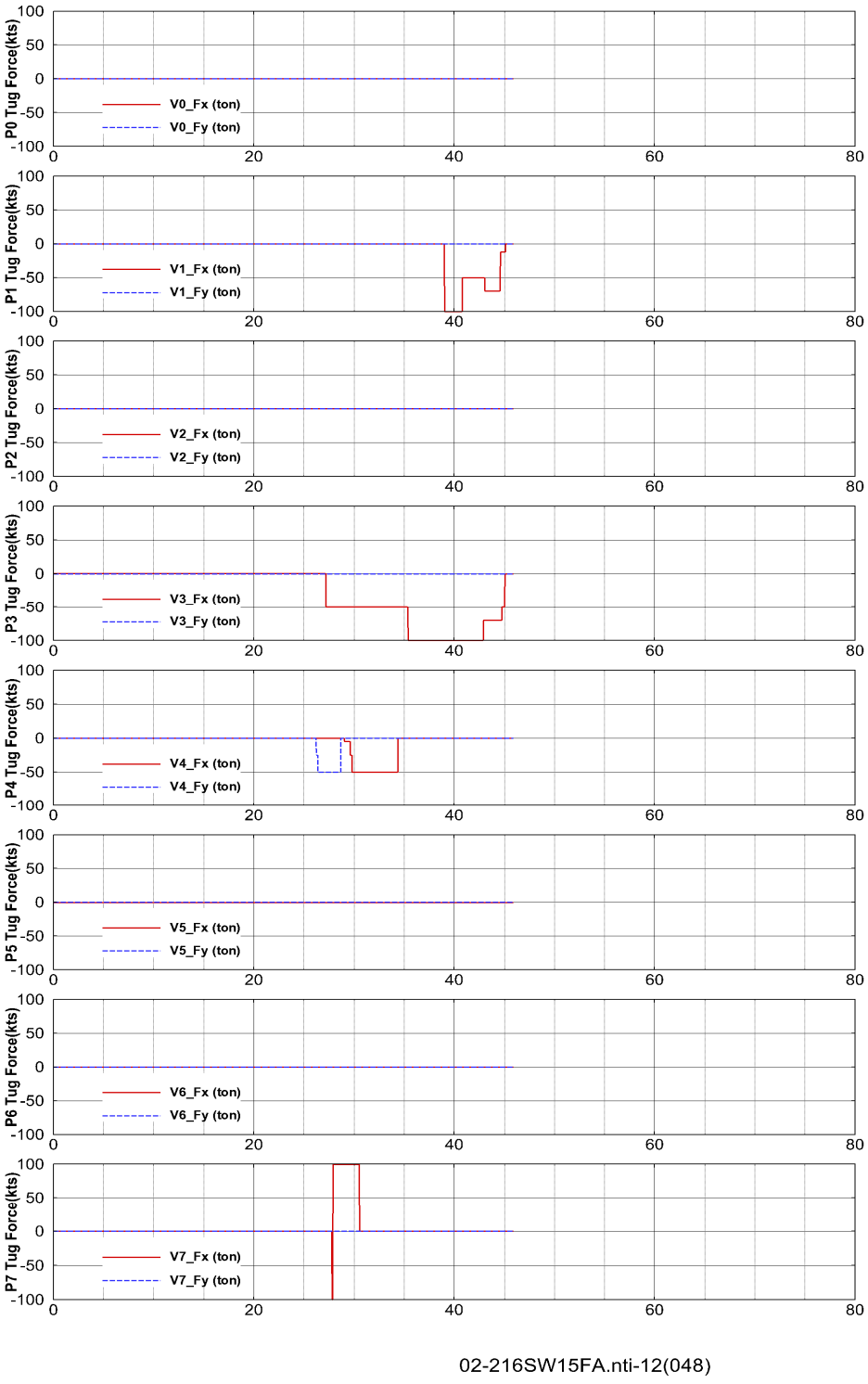

圖 7.3-4　編號 048 航次西南風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.3.2 靠泊成功-編號 059 航次

西南風漲潮流條件影響，風壓與流壓力，對船位偏移的方向相反，互相抵銷。初始設定西南風風速 15m/sec，本船艏向為 105 度，航速 8 節，起始位置流向 230 度，流速約 0.9 節。圖 7.3-5 與圖 7.3-6 分別為編號 059 航次，西南風風速 15m/sec 條件，進港靠泊第一船席之進港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.3-7 與圖 7.3-8 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。

領港加速以全速進俥(FAH)航行，10 分鐘後時船速約 11 節。11 分鐘時減速為半速進俥(HAH)，16 分鐘減速為最慢速進俥(DSAH)，速度逐漸下降。本船啟動後以左舵 20 向左轉向，5 分鐘船艏向 072 度，航向 076 度，受西南風風壓影響船位偏離設計之進港航線。12 分鐘進入進港航道對著堤口中央航行，艏向 055 度，航向 058 度。17 分鐘時航速 9.7 節通過堤口，船中心維持在航道中線，逐漸調整航向，以船艏向(約 060 度)對著迴船池的兩浮筒中間航行。23 分鐘進入迴船池，船速約 6.6 節，船位維持在兩浮筒中間。本船 20 分鐘時停俥，22 分鐘開始全速倒俥(FAS)，25 分鐘時船速降至 4.5 節左右。34～36 分鐘之間，採半速倒俥(HAS)逐漸將船身平行推至第一船席邊，最後成功完成停泊，僅僅歷時 40 分 31 秒。本船 17 分鐘時進入北堤口遮蔽區後即呼叫拖船備便，左船艏配置 2 艘及右船艉 2 艘，共配置 4 艘拖船。25 分鐘開始，左船艏及右船艉四艘拖船同時以大俥頂，協助船艏順時針轉向。左船艏拖船移至右船艏，30 分鐘時，右船艏與右船艉拖船，四艘拖船同時大俥頂，協助靠泊，最後完成本船靠泊。

由於西南風及漲潮流，本船進港時順風頂流，船必須隨時控制船位，通過堤頭時，船位儘量維持在航道中線。本船在船艏到達迴船池中央時，已將船速降到 1.6 節左右，並在迴船池內順時針掉頭。操航試驗結果航行參數如圖 7.3-7 所示。操航分析與建議如下：本案例雖是西南風順風，但是漲潮頂流，進港前之船速受水流影響，船速不致太快，致使後續船位控制較為單純。

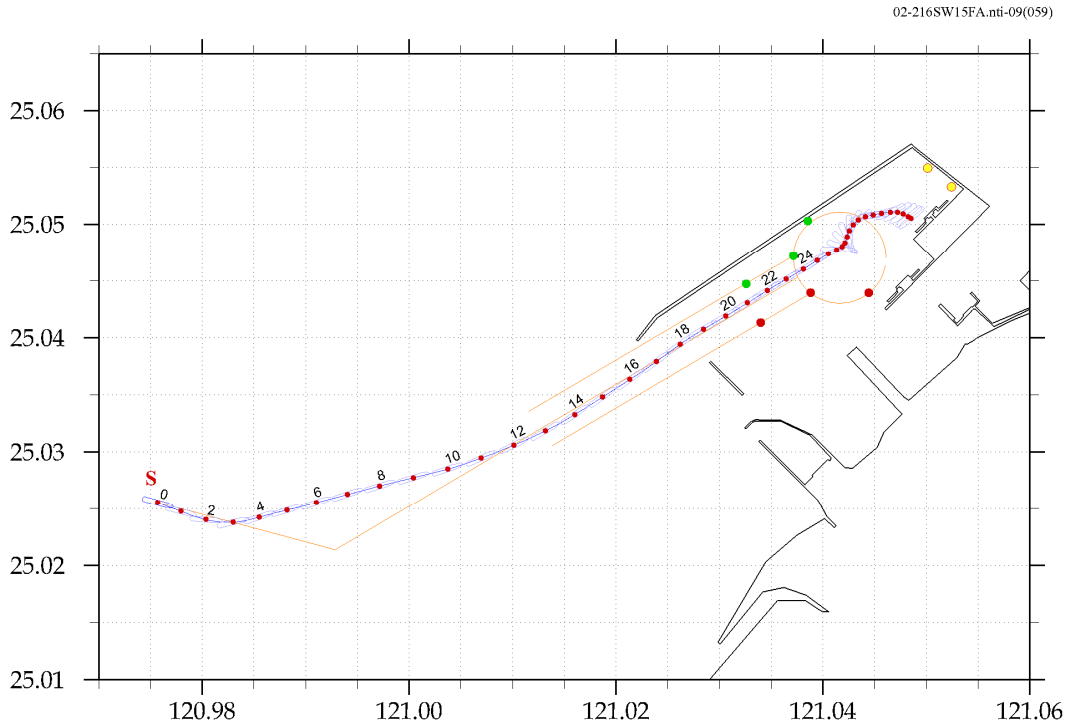

圖 7.3-5　編號 059 航次西南風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖

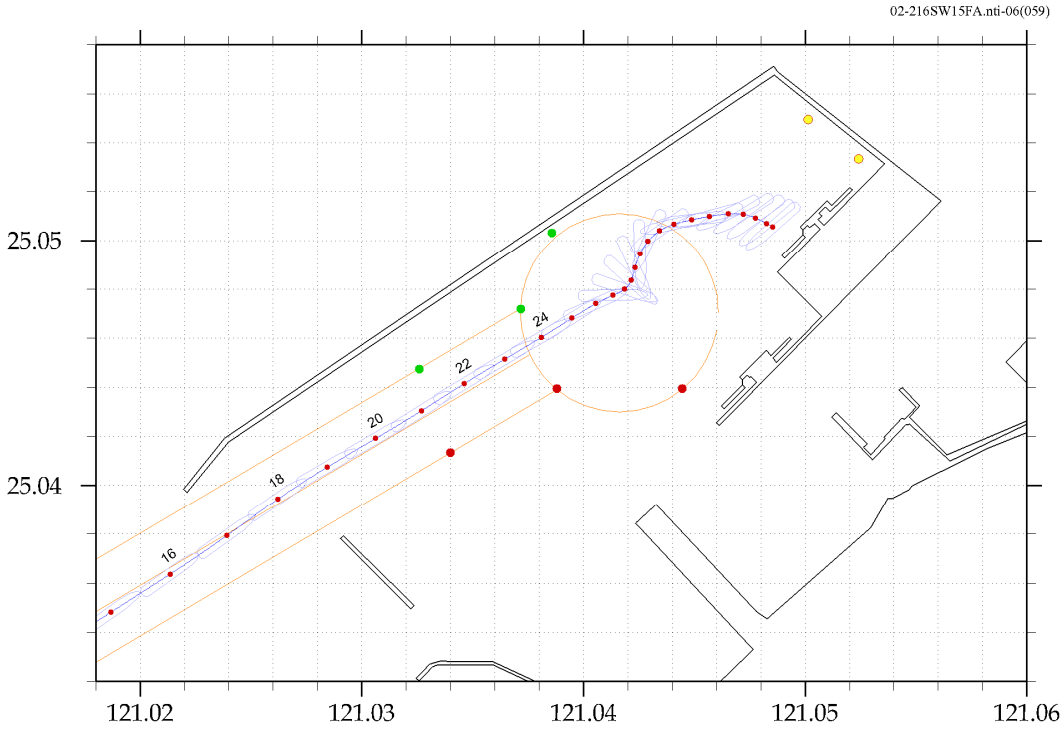

圖 7.3-6　編號 059 航次西南風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖

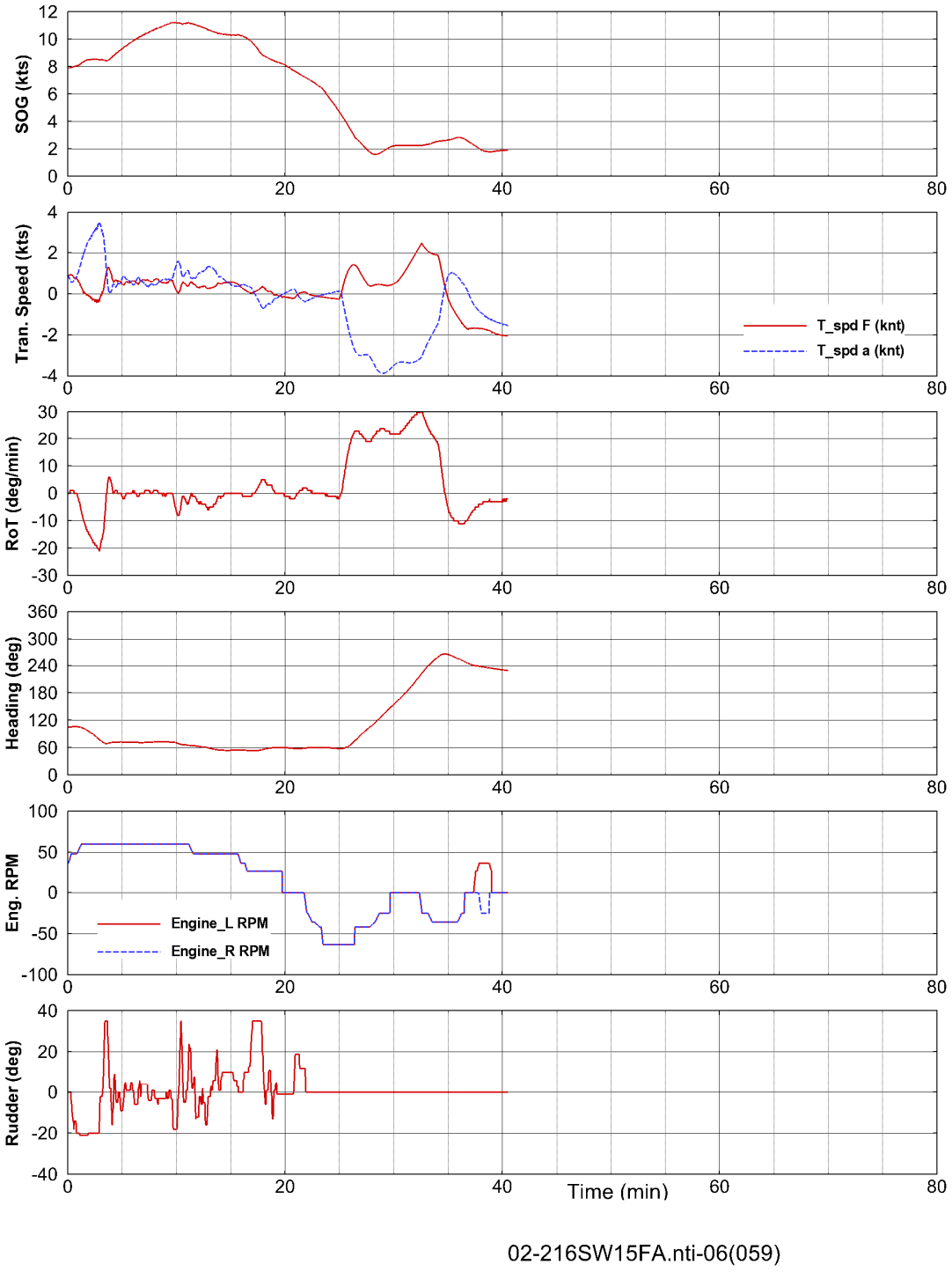

圖 7.3-7　編號 059 航次西南風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

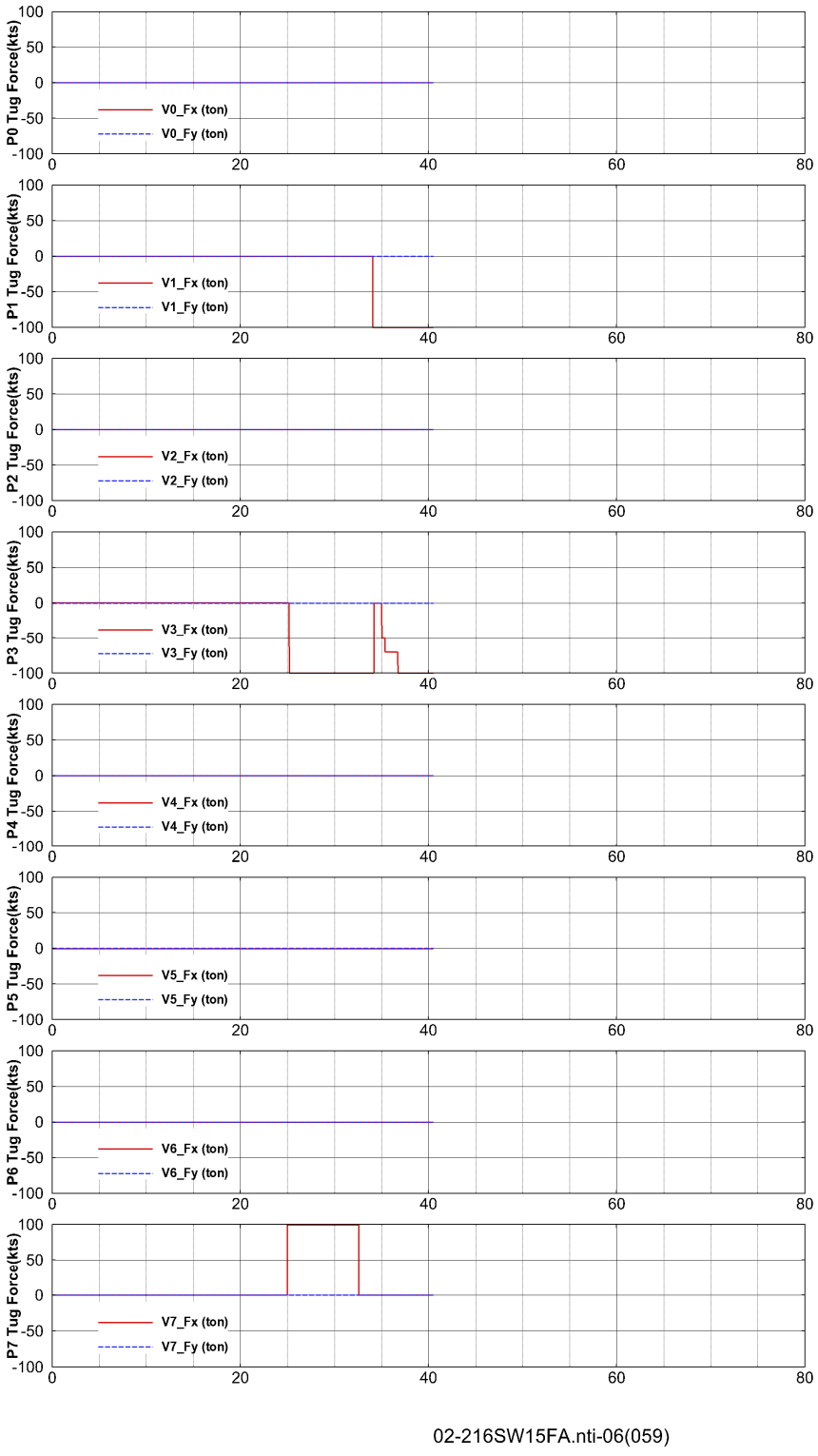

圖 7.3-8　編號 059 航次西南風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.3.3 靠泊失效-編號 079 航次

編號 079 航次西南風風速 15m/sec 漲潮流條件，進港靠泊第一船席之進港操航試驗，初始設定與前一節(7.3.2)相同。圖 7.3-9 與圖 7.3-10 分別為進港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.3-11 與圖 7.3-12 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。

試驗開始領港加速以全速進俥(FAH)航行，最高速達到 11.7 節航行。12 分鐘後，減速為半速進俥(HAH)，15 分鐘減速為慢速進俥(SAH)，16 分鐘再減速最慢速進俥(DSAH)。18～21 分鐘之間左俥停，右俥為慢速進俥(SAH)，22～25 分鐘雙俥停。本船啟動後以左舵 20 度轉向，5 分鐘時船航向約 080 度，船位偏離設計之進港航線。逐漸轉向進入進港航道，16 分鐘時船速 10.5 節通過堤口，但船位偏在航道中線右邊。進入堤口後持續減速逐漸調整航向，22 分鐘進入迴船池船速 7.5 節，船中心偏向紅浮筒。22～25 分鐘本船停俥。27 分鐘越過迴船池右邊界時船速船速仍有 6 節，開始全速倒俥(FAS)，並採用左滿舵，32～36 分鐘之間，採用左退俥及右進俥方式，協助逆時針掉頭，讓船艏左轉，最後右船艉碰撞碼頭底端防波堤，未成功完成停泊，歷時 36 分 74 秒。

本船 16 分鐘時進入北堤口遮蔽區後即呼叫拖船備便，右船艏配置 2 艘及左船艉 2 艘，共配置 4 艘拖船。但 36 分鐘時左船艉拖船才開始大俥拉，來不及使本船脫離淺水區，最後擱淺碰撞防波堤。操航試驗結果航行參數如圖 7.3-11 所示。操航分析與建議如下：

1. 通過防波堤後，雖然停車，但直至船位到達迴船池中央時才全速倒俥，倒俥使用時間亦短，加上西南風推頂下，本船無法有效減速，乃造成失敗之後果。

2. 建議本船掉頭位置，以迴船池中央為基準，雖然掉頭後，船位離第一船席較遠，但掉頭後，在西南風的順風情境下，倒俥後退並不會耗時過久，也較為安全。

3. 本次操航雖有採用雙俥進退之操船模式，但採用時機點未掌握恰當，採取時航速過快，使本船無法及時停船造成碰撞。

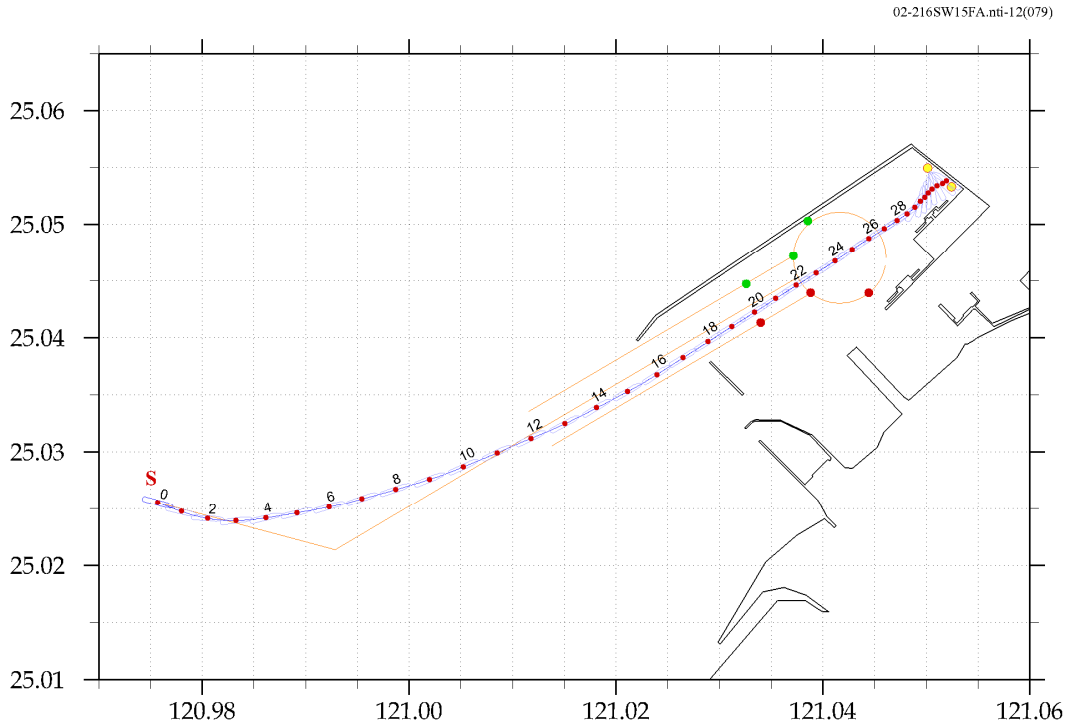

圖 7.3-9　編號 079 航次西南風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖

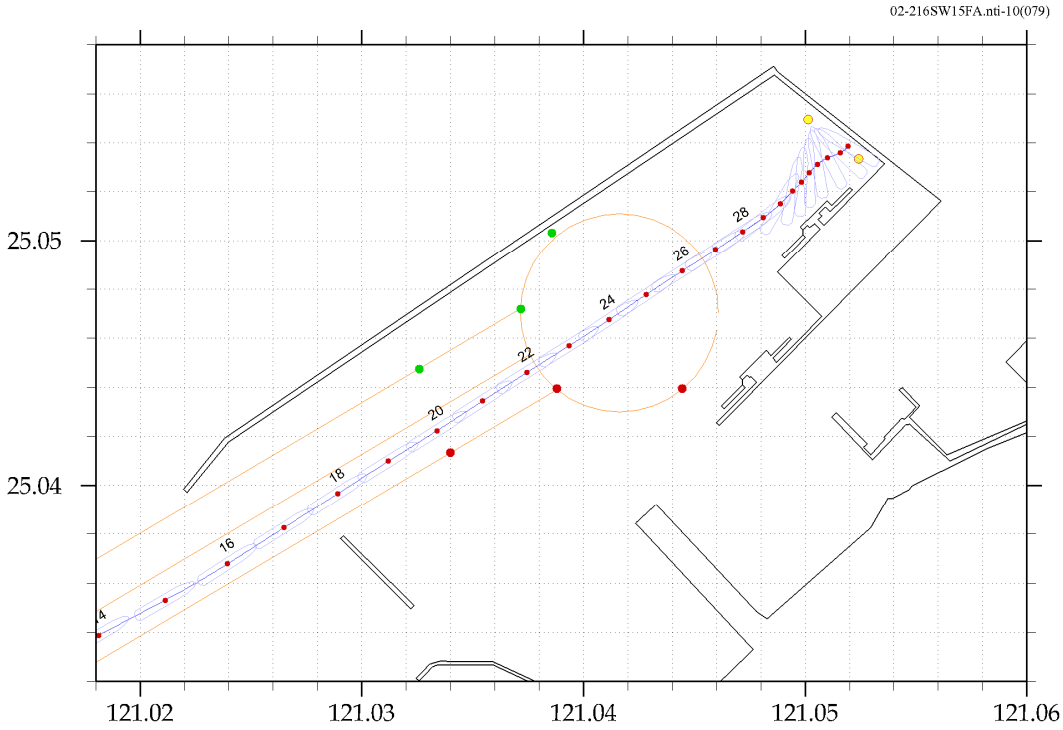

圖 7.3-10　編號 079 航次西南風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖

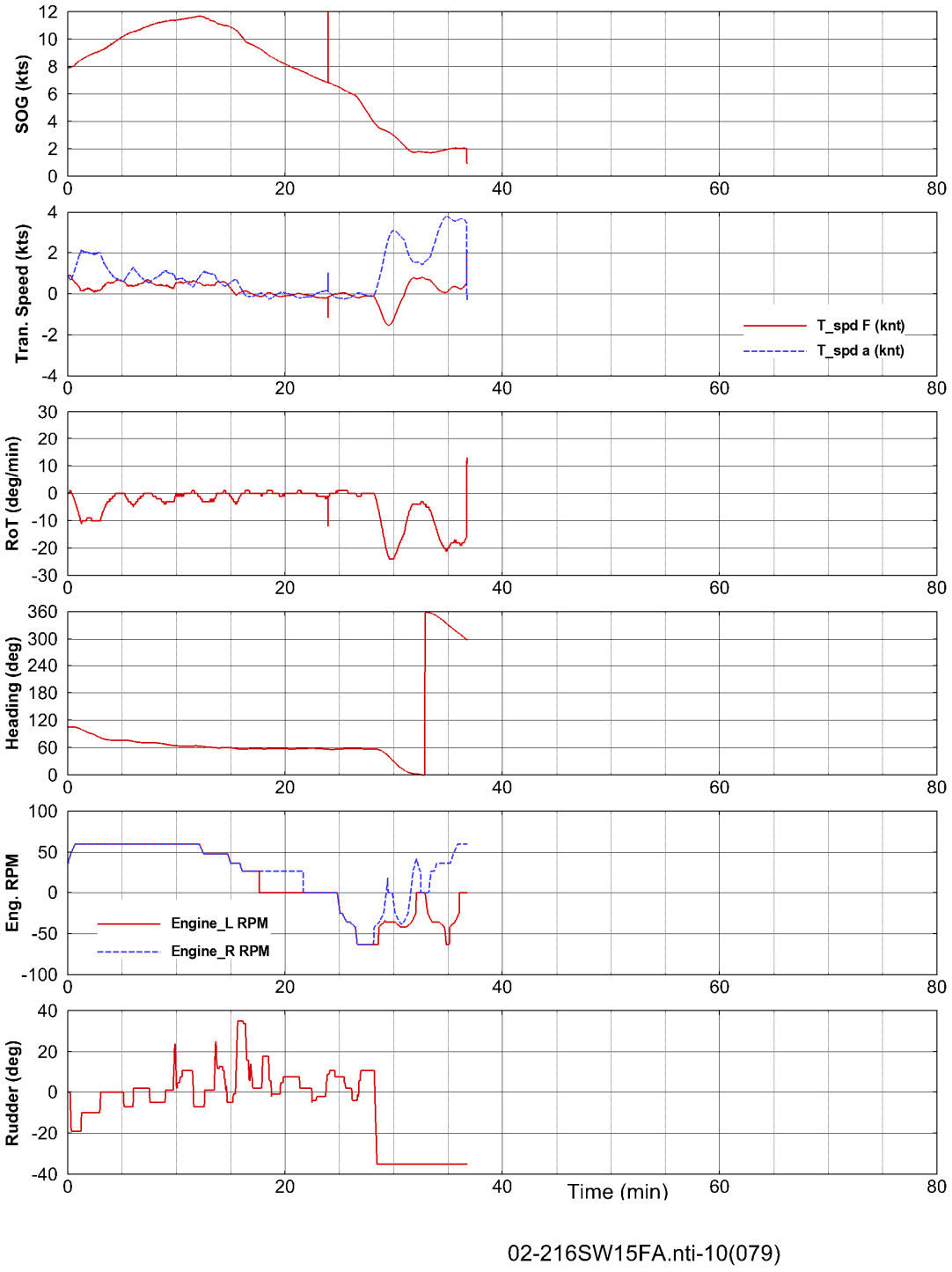

圖 7.3-11　編號 079 航次西南風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

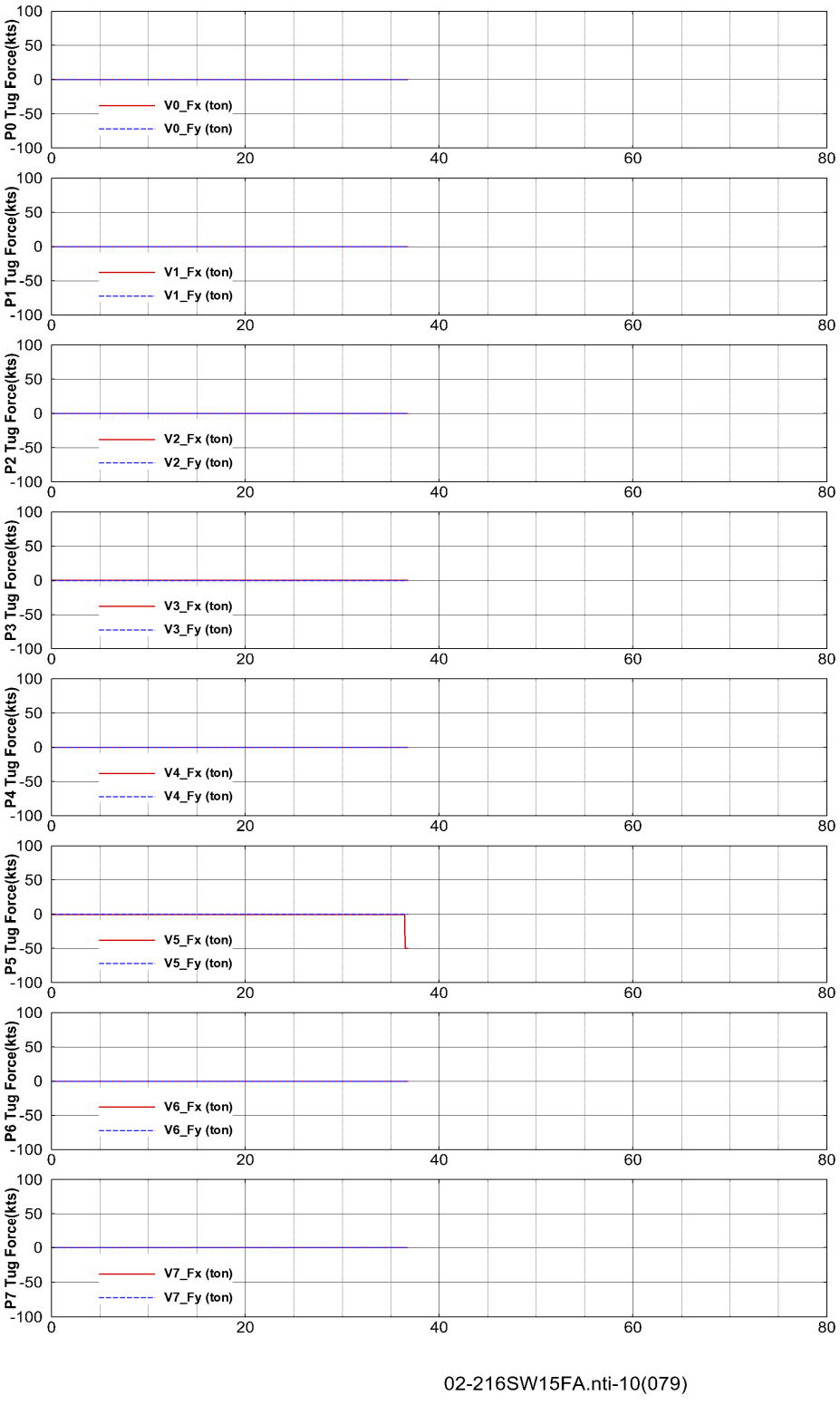

圖 7.3-12　編號 079 航次西南風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.4 LNG216 東北風退潮-靠泊第一船席案例分析

7.4.1 靠泊成功-編號 030 航次

編號 030 航次為東北風 15m/sec 退潮流進港靠泊第一船席，船位受環境外力干擾而造成頂風順流航行。試驗初始設定：船艏向 105 度，潮流的作用下的航向為 095 度，操演起始對地船速(SOG)為 9.5 節。起始位置流速約 2.0 節，流向約 060，波高 2.5 公尺。風壓與流壓對船位偏移的方向相反，必須小心船位的掌控。圖 7.4-1 與圖 7.4-2 分別為進港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.4-3 與圖 7.4-4 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。本船啟動後，領港加速以全速進俥(FAH)航行，8 分鐘時船速最高達 10.2 節，隨即逐漸降俥減速。10～13 分鐘改為左俥慢速進俥(SAH)右俥停。14～20 分鐘改為雙俥最慢速進俥(DSAH)，維持約 6 節航行。風壓船艏趨風性與退潮流船位偏移影響使船位偏離航道中線左側。20 分鐘通過堤口，航向 062 度船速 5.9 節。25～32 分鐘之間，右俥停，以右滿舵與左俥最慢速進俥(DSAH)，航速 5.5 節，抵抗東北風壓造成的船艏趨風性並維持航向。31 分鐘進入迴船池，航向角 054 度船速 4.4 節，船位偏向航道左側。33 分鐘時，本船停俥，逐退倒俥，36 分鐘開始全速倒俥(FAS)，38 分鐘減為半速倒俥(HAS)。31 分鐘之後全採用正舵。採用順時針掉頭，讓船艏右轉，阻抗風壓逆轉，掉頭位置在迴船池中央之偏北方。掉頭後依賴船艏及船艉之拖船推頂，逐漸將船身平行推至第一船席邊，最後成功完成停泊，歷時 55 分 18 秒。

20 分鐘時進入北堤口遮蔽區後即呼叫拖船備便，左右船艏各配置 1 艘、左船艉 1 艘及正船艉 1 艘共 4 艘拖船。33 分鐘時正船艉 1 艘，9 點鐘方向半俥拉及右船艉 1 艘半俥頂。36 分鐘時加入左船艏 1 艘大俥拉及前述 2 艘改為大俥，協助船艏順時針轉向。46 分鐘時，右船艏大俥與右船艉半俥，2 艘拖船同時頂，協助靠泊，最後完成本船靠泊。

本次操航通過堤頭時船速僅維持在 6 節左右，到達迴船池中央時，船速降到 4 節左右。操航分析與建議如下：

1. 本船在東北風頂風狀況下，通過防波堤船速維持在 6 節左右，進港後，船速控制及掉頭操作都比較安全。

2. 本船在迴船池中心以北位置掉頭(迴船池上風區)時，保持風壓造成船位偏移裕度，拖船作用時間短，提升船舶操控性。

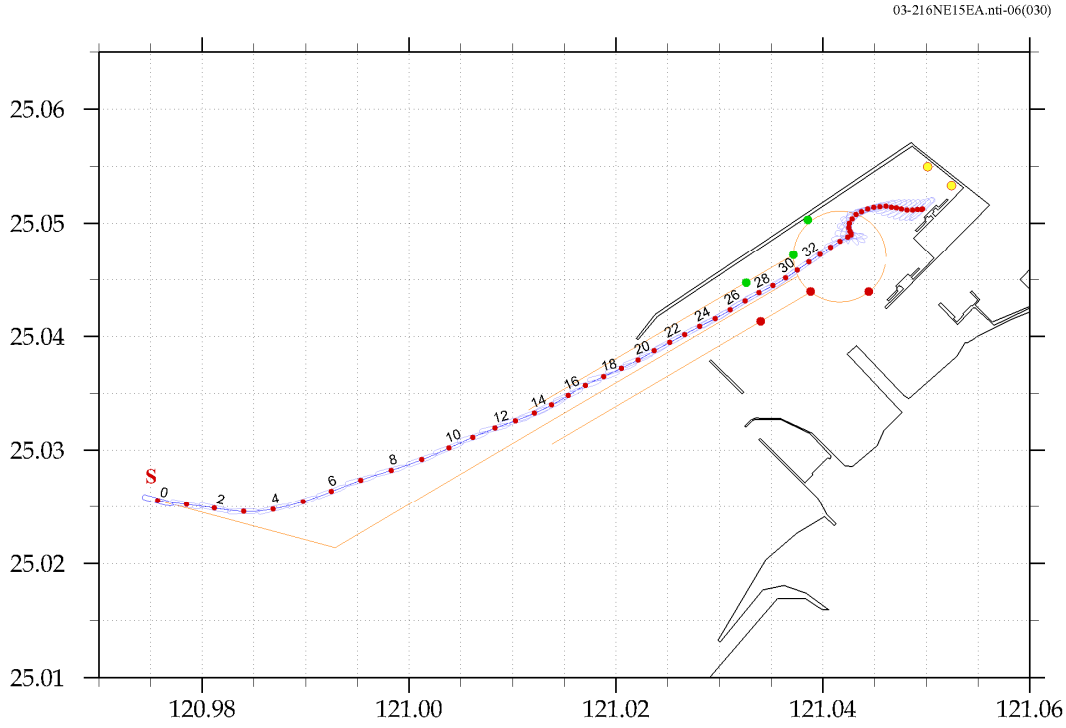

圖 7.4-1　編號 030 航次東北風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖

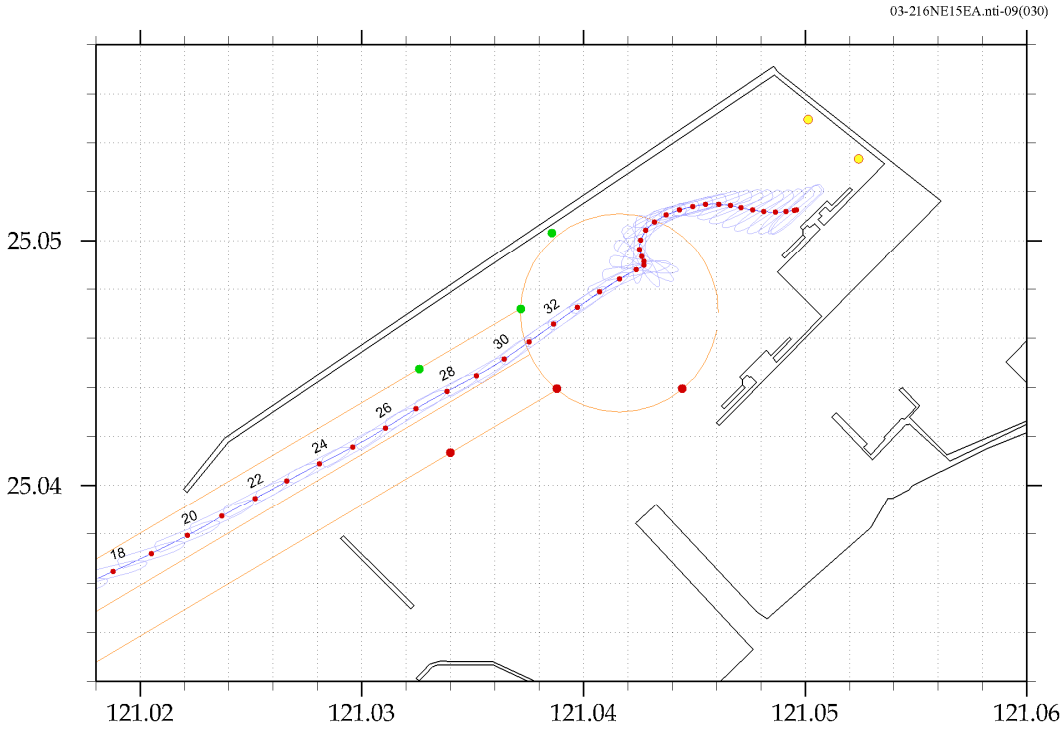

圖 7.4-2　編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖

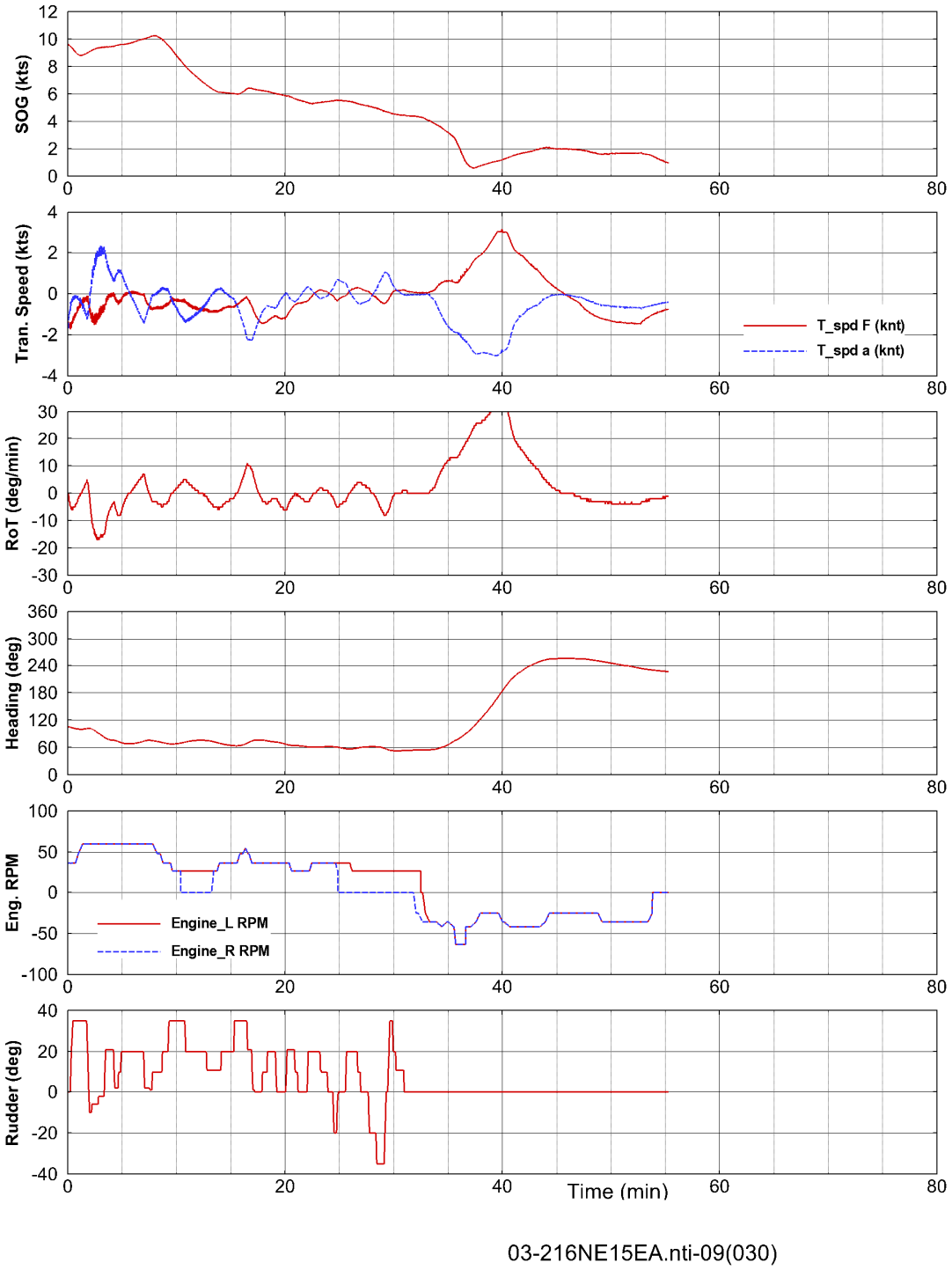

圖 7.4-3　編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

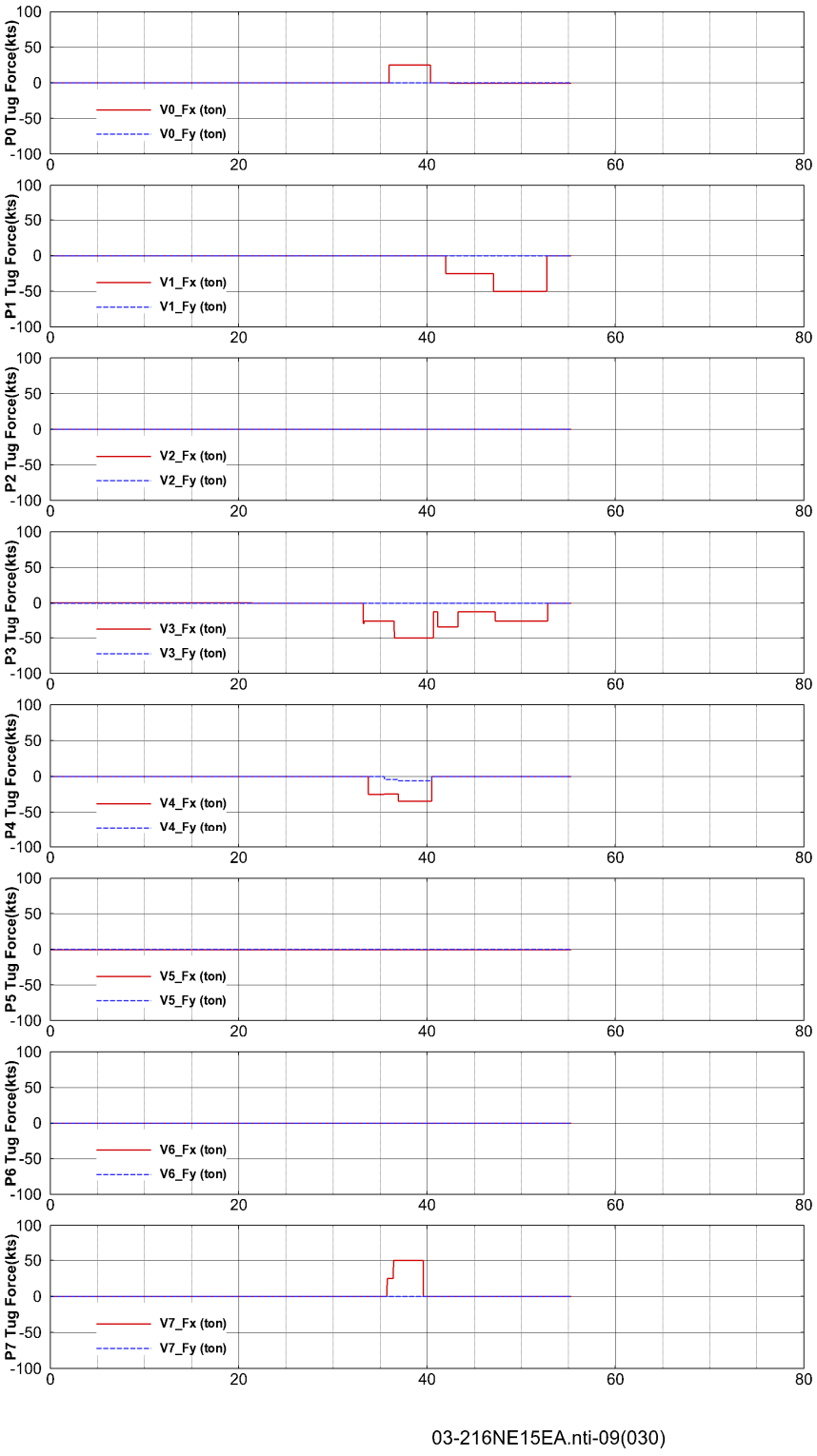

圖 7.4-4　編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.4.2 靠泊成功-編號 053 航次

編號 053 航次為東北風 15m/sec 退潮流進港靠泊第一船席，船位受環境外力干擾而造成頂風順流航行。試驗初始設定與前一節(7.4.1)相同。圖 7.4-5 與圖 7.4-6 分別為進港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.4-7 與圖 7.4-8 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。本船啟動後，領港以半速進俥(HAH)航行，船速維持約 8～9 節航行，使用右舵維持航向低抗風壓造成的船艏偏航。21 分鐘減為慢速進俥(SAH)，22～25 分鐘停俥。10 分鐘逐漸轉向進入進港航道，船艏向維持約 055 度，風壓影響減弱，退潮流造成船位偏移明顯。20 分鐘通過堤口，航向 057 度船速 8 節，持續使用舵調整航向。29 分鐘進入迴船池，航向角 058 船速 4.8 節，船位偏移於航道左側。35 分鐘時本船停俥並逐退倒俥，38 分鐘開始全速倒俥(FAS)。40 分鐘減為半速倒俥(HAS)。29 分鐘之後全採用正舵。採用順時針掉頭，迴轉掉頭位置在迴船池中央之稍偏北。後船艏及船艉之拖船推頂，逐漸將船身平行推至第一船席邊，最後成功完成停泊，歷時 52 分 05 秒。本船 20 分鐘時進入北堤口遮蔽區後即呼叫拖船備便，左右船艏各配置 1 艘、右船舯 1 艘及右船艉 1 艘大拖，共配置 4 艘拖船。31 分鐘時，右船艏 1 艘大俥拉，左船艏 1 艘及右船艉 1 艘大俥頂，協助船艏順時針轉向。46 分鐘時，右船艏、右船舯大俥與右船艉半俥，3 艘拖船同時頂，協助靠泊，最後完成本船靠泊。操航試驗結果航行參數如圖 7.4-7 所示。操航分析與建議如下：

1. 本船在前 20 分鐘採用穩定的航速(8 節)航行。10 分鐘時轉向進入進港航道，整個航程保持在航道中線航行。進入堤口船速 8 節，進入迴船池船速 4.8 節。操航過程船速、航向與船位控制均相當順利。

2. 本船靠泊第一船席，保持船位在迴船池中心稍微偏北掉頭，不需耗費拖船太久的協助，提升船舶操控性，掉頭的船位及操作都非常順利。

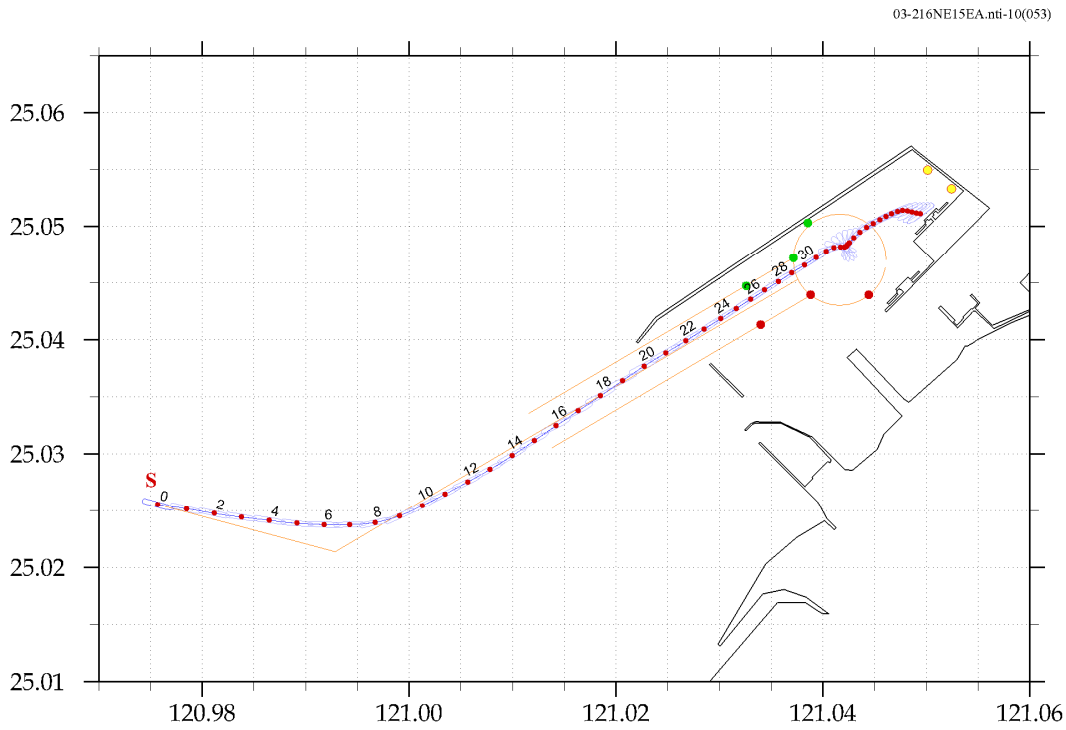

圖 7.4-5　編號 053 航次東北風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖

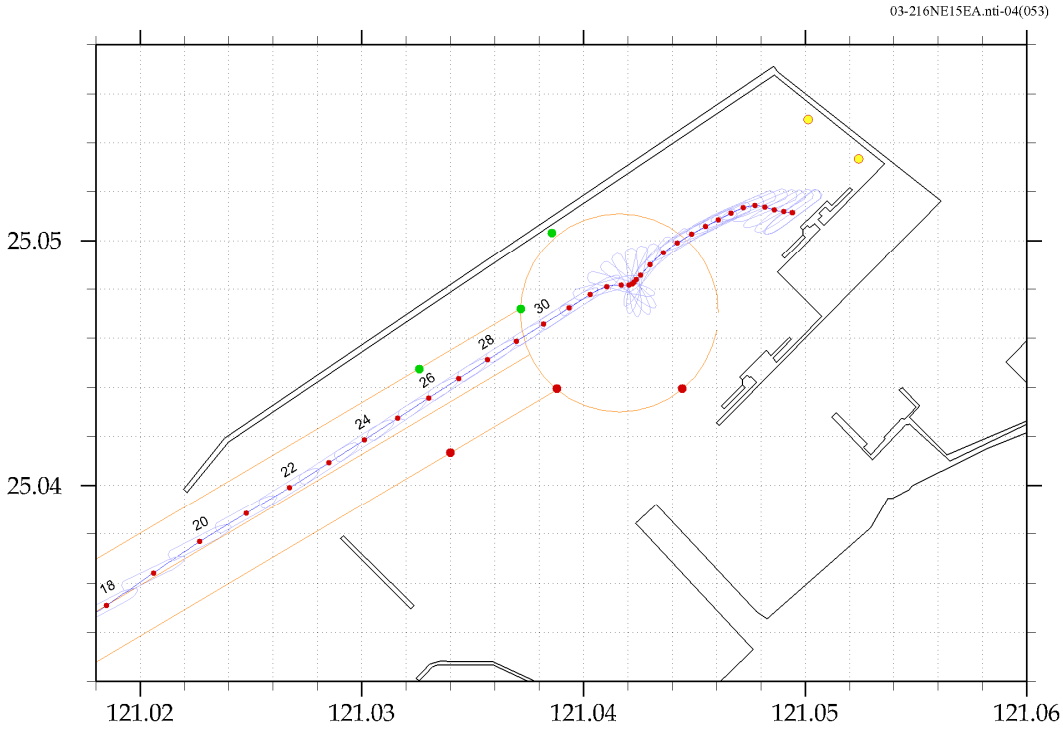

圖 7.4-6　編號 053 航次東北風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖

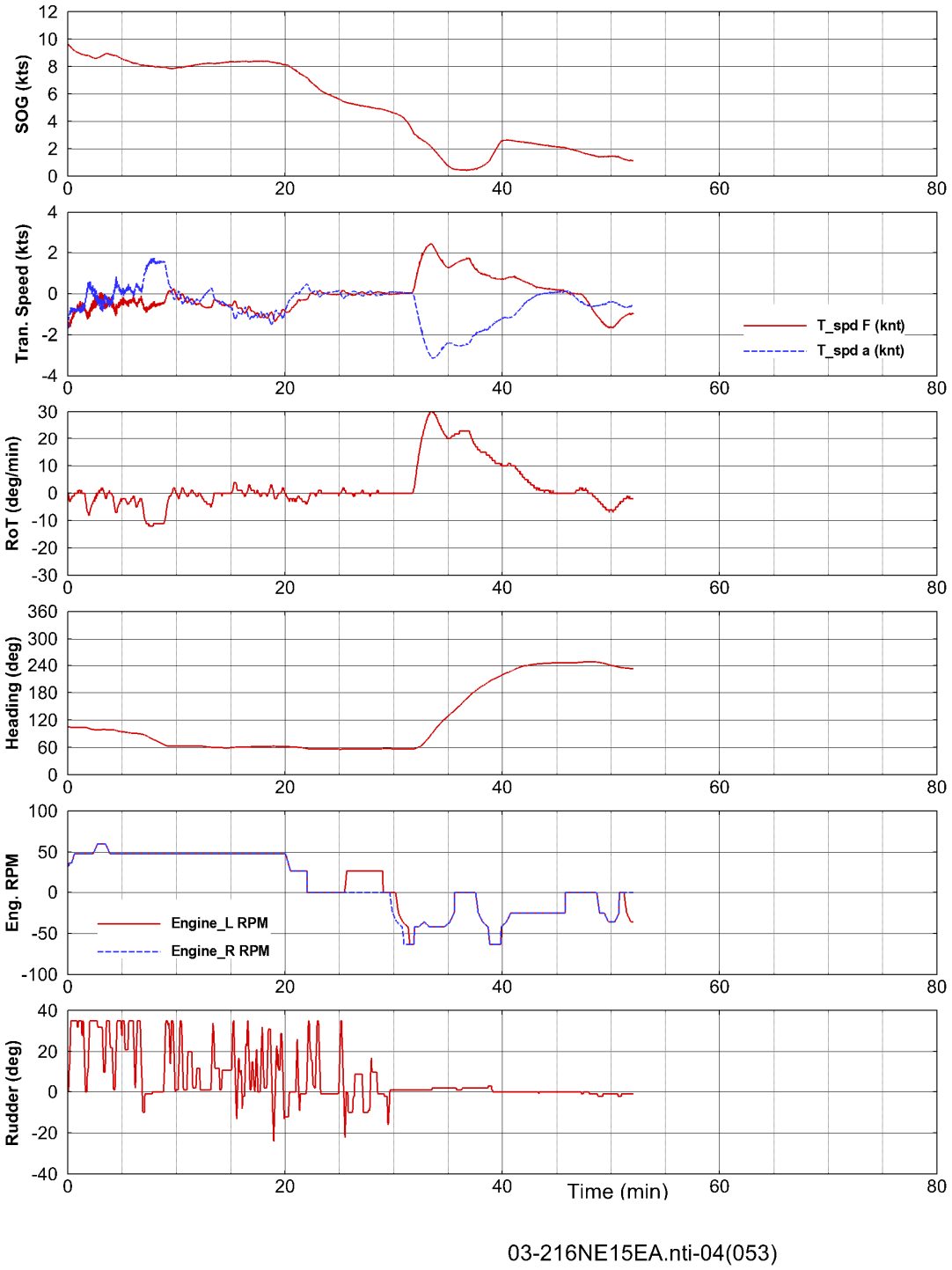

圖 7.4-7　編號 053 航次東北風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

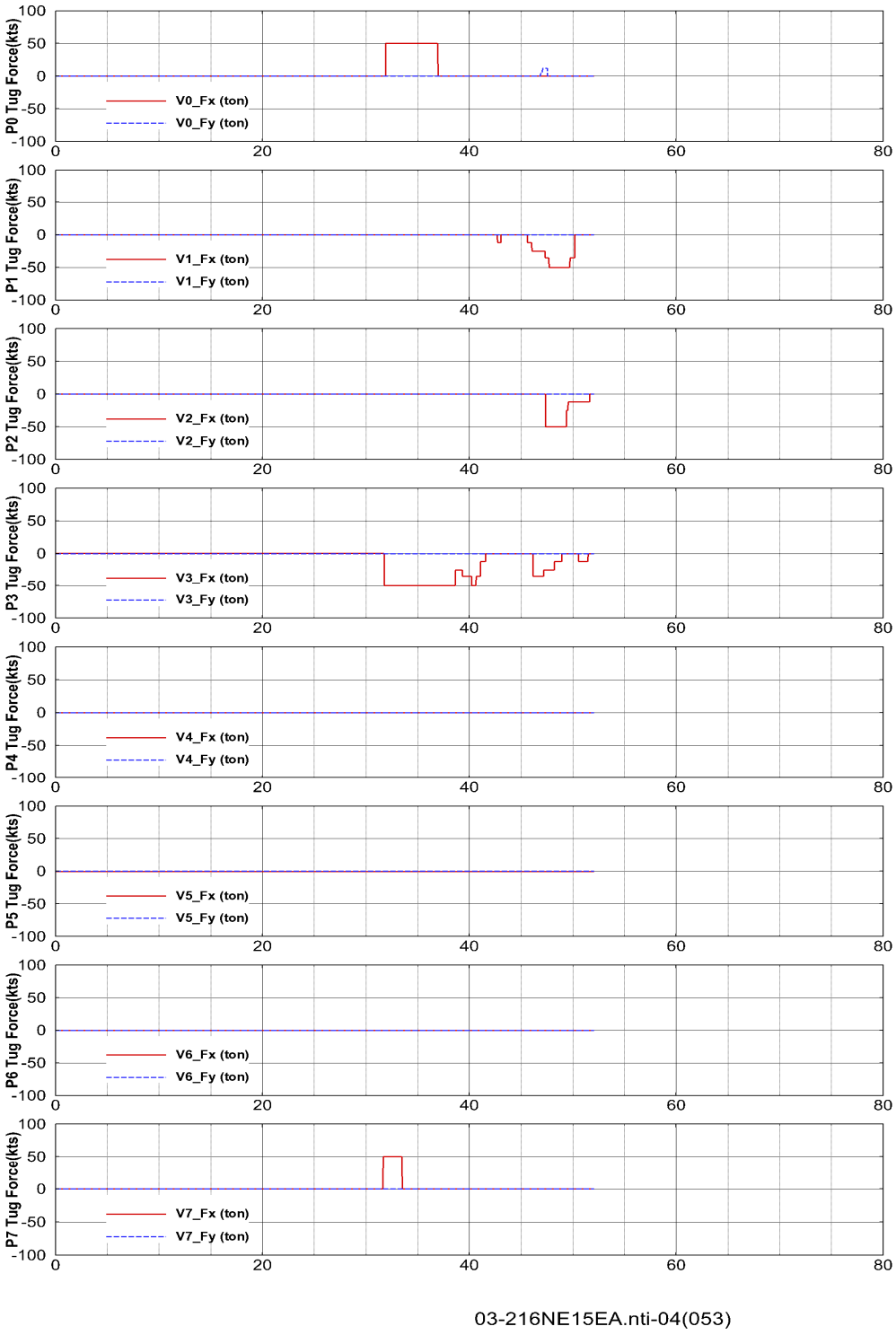

圖 7.4-8　編號 053 航次東北風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.4.3 危險案例-編號 050 航次

編號 050 航次為東北風 15m/sec 退潮流進港靠泊第一船席，船位受環境外力干擾而造成頂風順流航行。試驗初始設定與前一節(7.4.1)相同。圖 7.4-9 與圖 7.4-10 分別為試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.4-11 與圖 7.4-12 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。領港加速以海上全速進俥(FSAH)航行，7 分鐘時船速最高達 15.8 節。隨即逐漸減速為慢速進俥(SAH)，10 分鐘時減為約 12 節航行。本船啟動以左舵 20 度使船舶向左轉向，隨後改為右舵維持航向航行，船艏向約 063 度。受東北風風壓與退潮流影響，使船艏向左偏轉，船位向北偏移明顯偏離進港航線。13 分鐘通過堤口時，航向角 82.0，船速 10.5 節，船位與北防波堤距離僅 14 公尺。17 分鐘才穩舵至航道中線，14～21 分鐘停俥。在航道中航行時，因受東北風吹襲，過程中，因修正船艏向須不斷用舵，且停俥減速，避免船位偏移。20 分鐘進入迴船池，航向 055 度，船速 4.9 節。22 分鐘時右船艏及左船艉 4 艘拖船同時以大俥頂，協助船艏逆時針轉向。22～28 分鐘之間慢速倒俥(SAS)，28～36 分鐘半速倒俥(HAS)減速。40 分鐘時左船艏拖船移至右船艏同時大俥頂，協助靠泊，逐漸將船身平行推至第一船席邊，最後成功完成停泊，僅僅歷時 45 分 50 秒。

由於西南風及退潮流，本船進港時頂風順流，船速會受風、流作用而會微微加速，本次操航通過堤頭時船速達 10.5 節。本次操航試驗在迴船池中心附近逆時針掉頭，船速與船位控制操作過程順利。操航試驗結果航行參數如圖 7.4-11 所示。操航分析與建議如下：

1. 起始操航以海上全速進俥，船速最高達 15.8 節，進堤口前航跡過於偏北，險擦撞北防波堤，距離僅 14 公尺，是屬於危險操航。
2. 本船起始就左轉，酸然船位偏離航道西側，但船艏向仍採用 060，與航道平行，期間雖用右舵小舵角修正船位，但舵效不佳，使船位回至航道中線之作用緩慢，直至第 9 鐘時才使用右滿舵，驚險通過北堤頭，建議本船起始不要太早左轉，或者左轉後須使船艏向能修正船位置航道中線上。

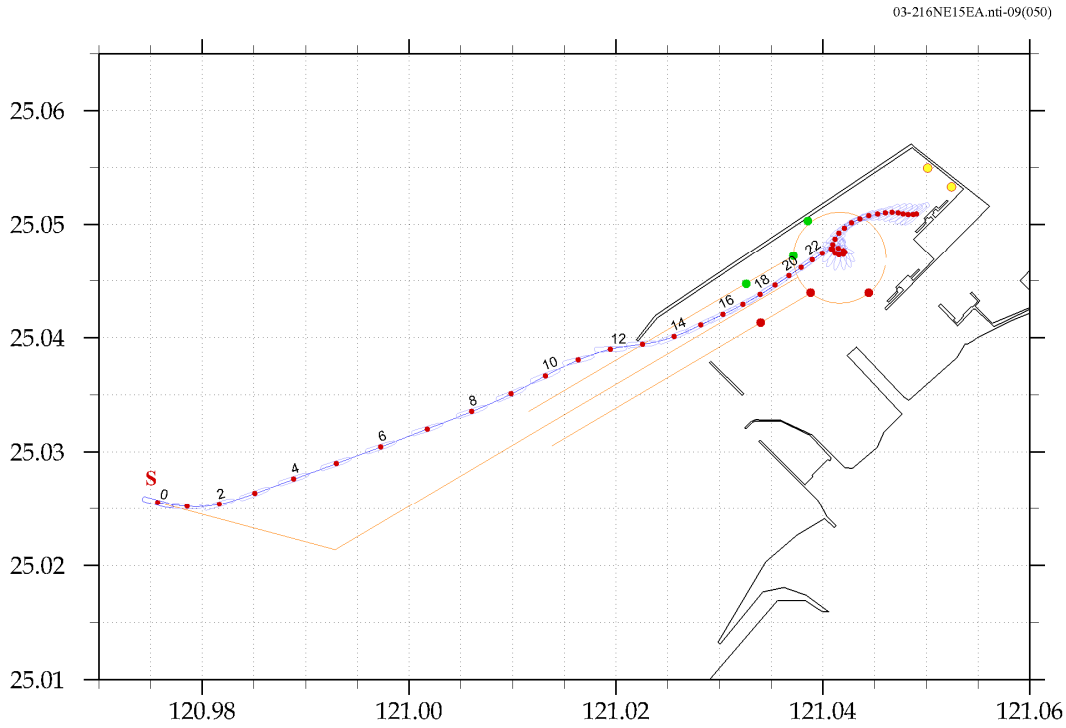

圖 7.4-9　編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖

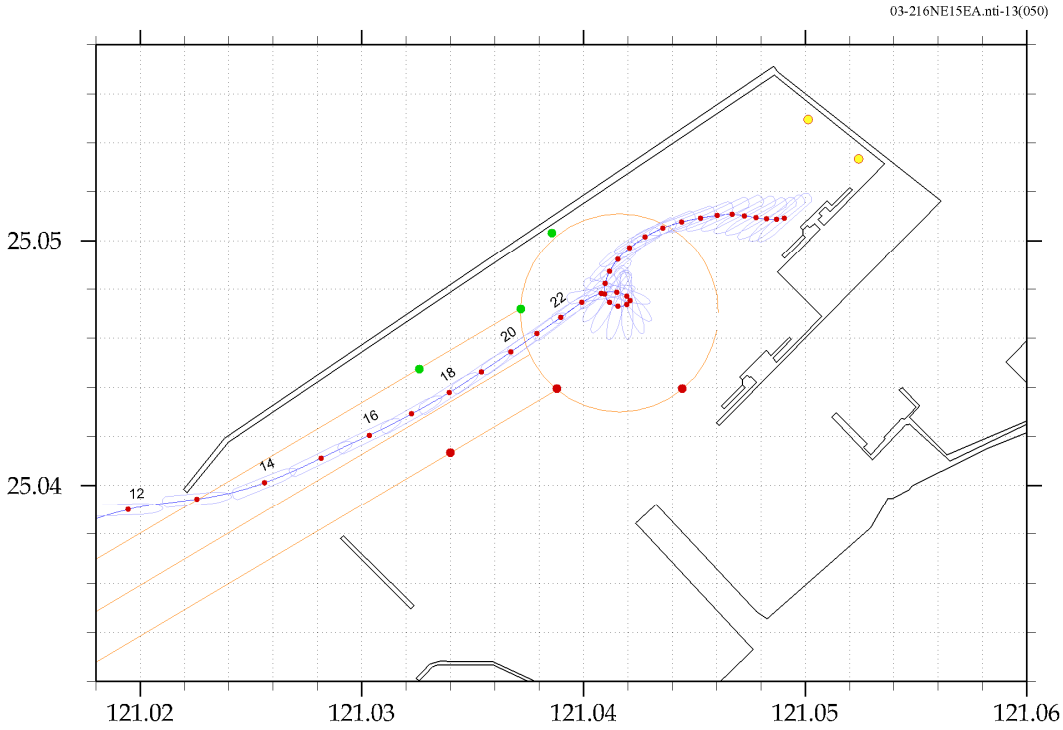

圖 7.4-10　編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖

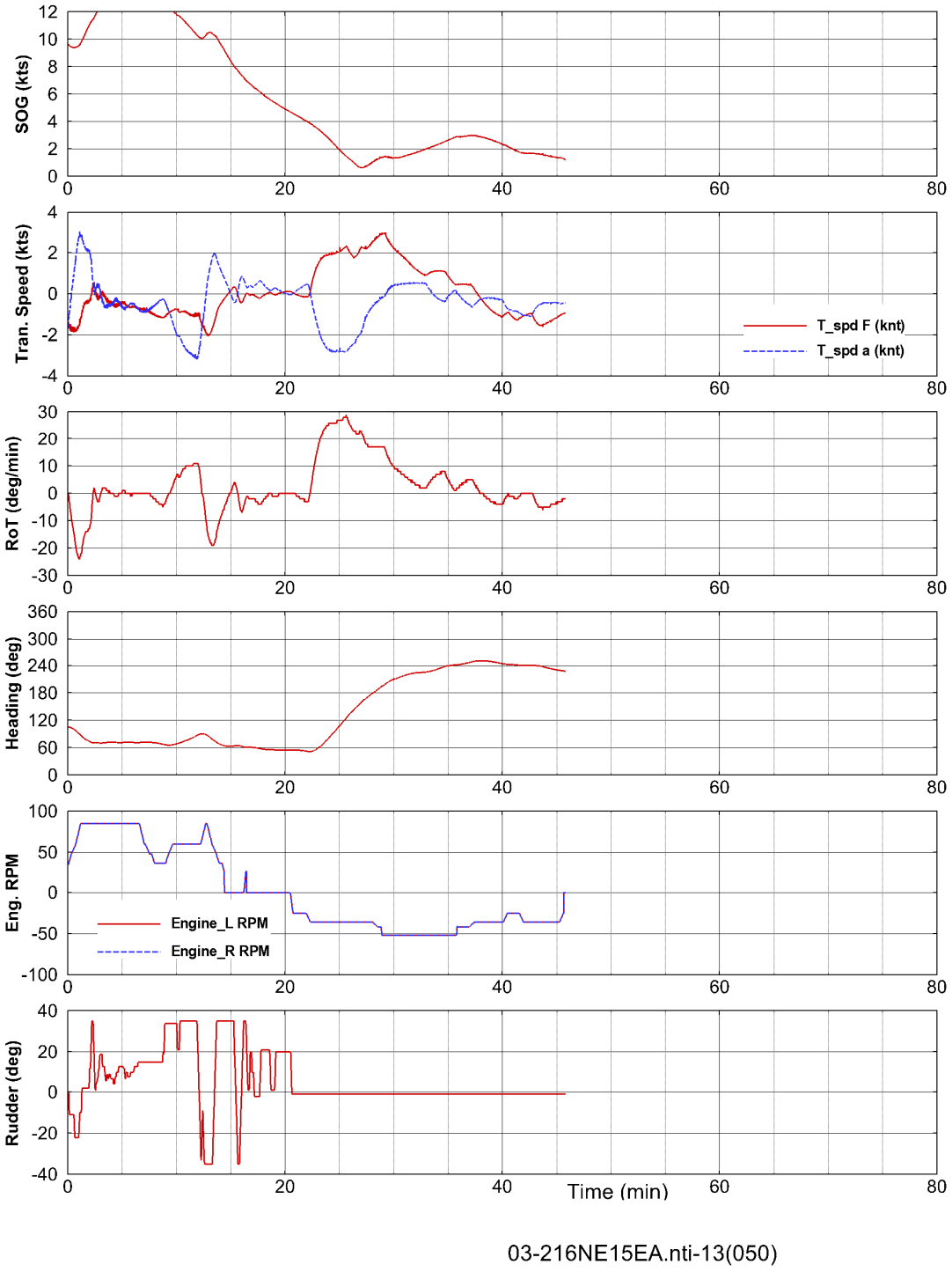

圖 7.4-11　編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

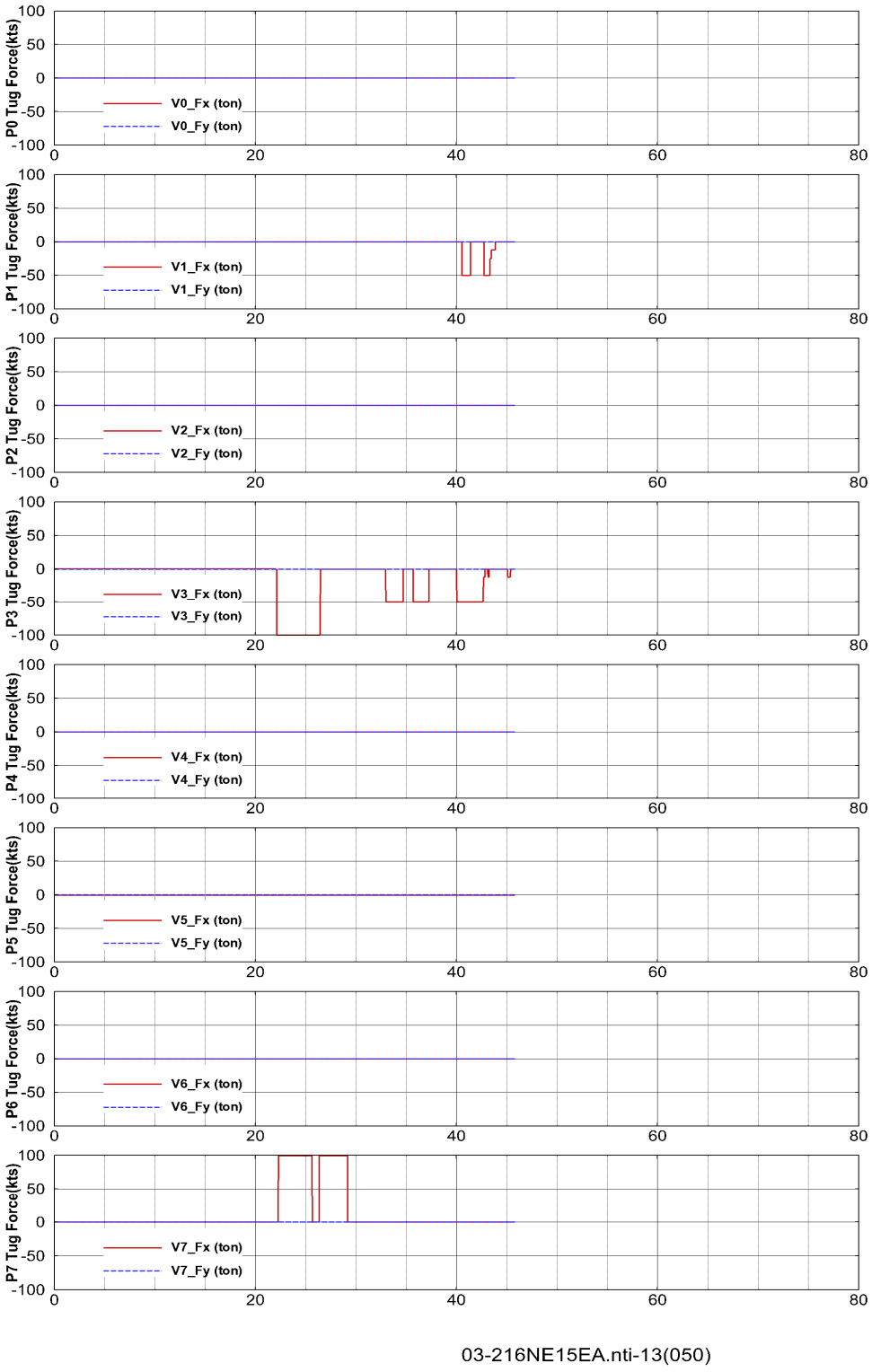

圖 7.4-12　編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.5 LNG216 東北風漲潮-靠泊第一船席案例分析

7.5.1 靠泊成功-編號 029 航次

東北風 15m/sec 漲潮流條件進港靠泊第一船席試驗初始設定：船艏向 105 度，潮流的作用下的航向為 115 度，操演起始對地船速(SOG)為 7.9 節。起始位置流速約 1.8 節，流向約 220。風壓與流壓力，對船位偏移的方向相同。圖 7.5-1 與圖 7.5-2 分別為操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.5-3 與圖 7.5-4 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。本船啟動後，領港加速以全速進俥(FAH)航行，船速維持約 8 節航行，13 分鐘後減速為慢速進俥(SAH)逐漸減速。航行過程部分區域潮流速達 2.8 節，操演開始後領港以右舵維持航向，5 分鐘後開始逐漸轉向，10 分鐘時進入進港航道。由於風壓與流壓影響船位偏移於航道中線右側。23 分鐘航速約 7 節通過堤口，逐漸修正船位於航道中線。25 分鐘時通過南堤端船速 6 節，右俥停俥左俥減至最慢速進俥(DSAH)，27 分鐘時右俥再減至最慢速倒車(DSAS)，以左、右俥俥速差產生扭力抵抗風壓造成船艏偏轉作用，維持航向。33 分鐘時船速約 4 節進入迴船池，左右俥同時倒俥減速，同時配置正船頭、右船艉、正船艉與左船艏共 4 艘拖船協助於迴船池內向右轉向掉頭迴轉。位置在迴船池中央偏東側，船艏及船艉之拖船推頂，逐漸將船身平行推至第一船席邊，最後成功完成停泊，歷時約 65 分。

由於東北風及漲潮流，本船進港時頂風頂流，進防波堤前，船速會受風、流作用而減緩船舶前進，本船必須隨時有效控制船位，通過堤頭時，船位儘量維持在航道中線，本次操航在進港前，船位偏離航道中線右側。本次操航已將船速降到 4.6 節左右，順時針掉頭時已停船。

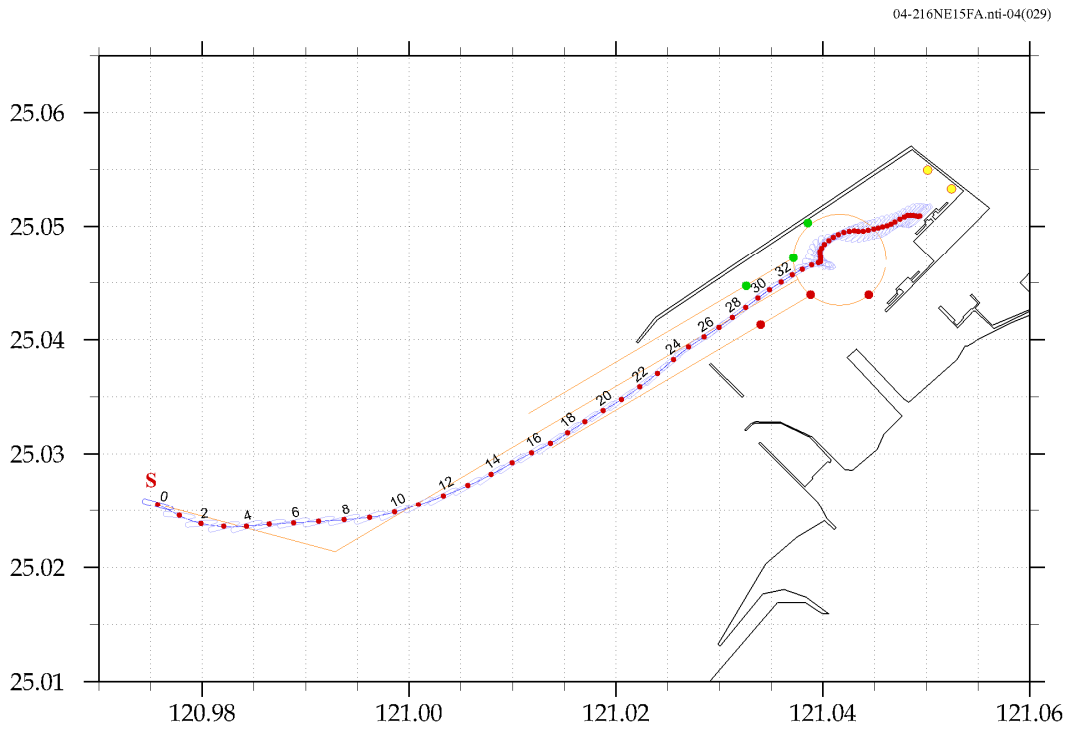

圖 7.5-1　編號 029 航次東北風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖

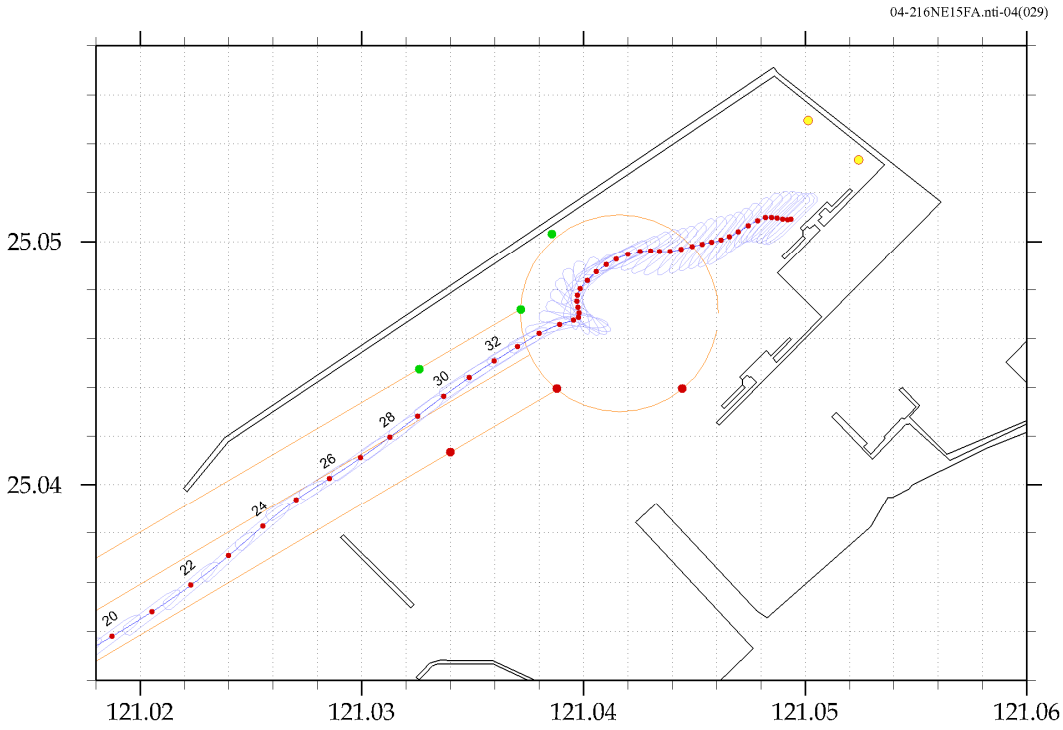

圖 7.5-2　編號 029 航次東北風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖

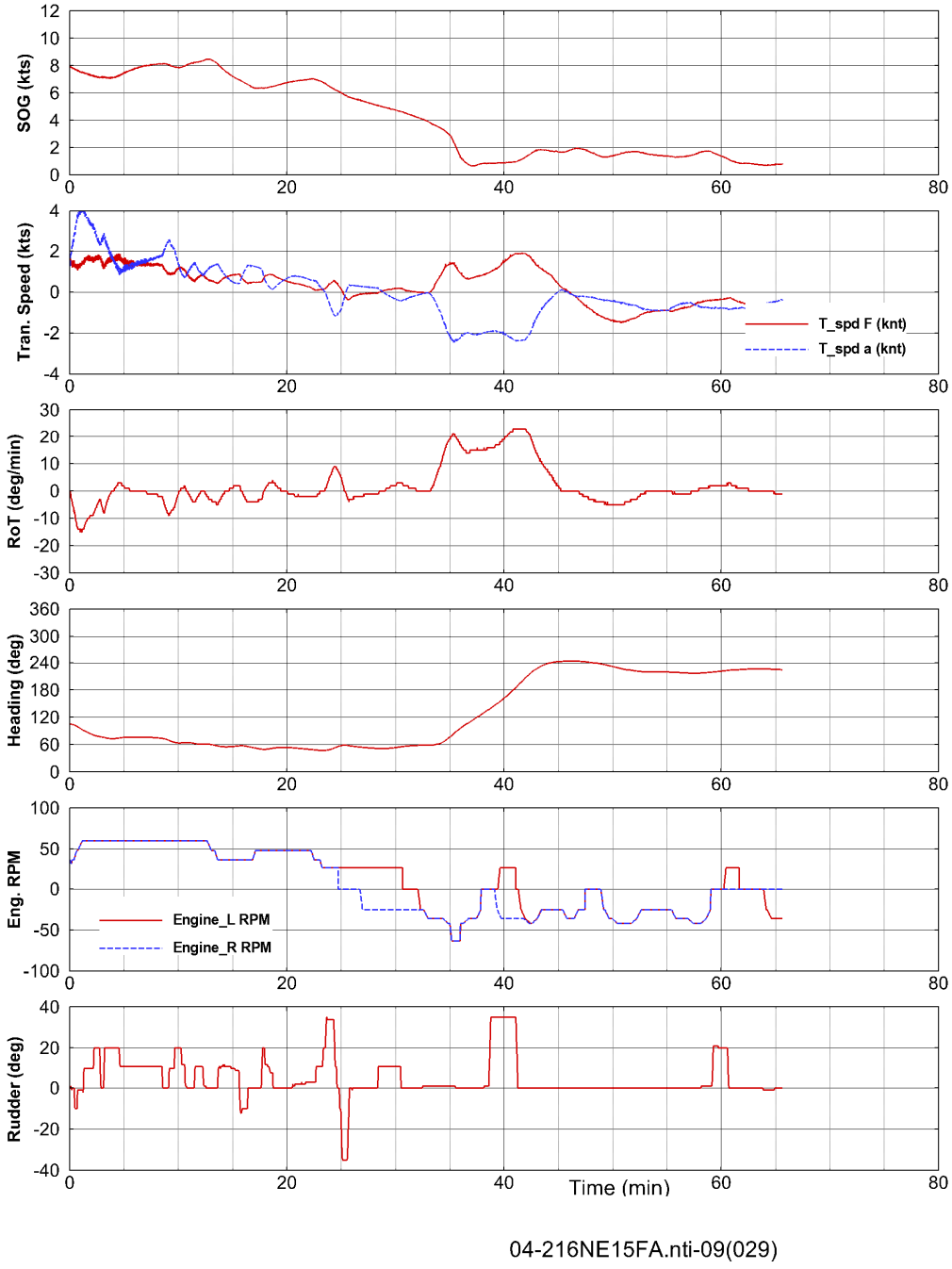

圖 7.5-3　編號 029 航次東北風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

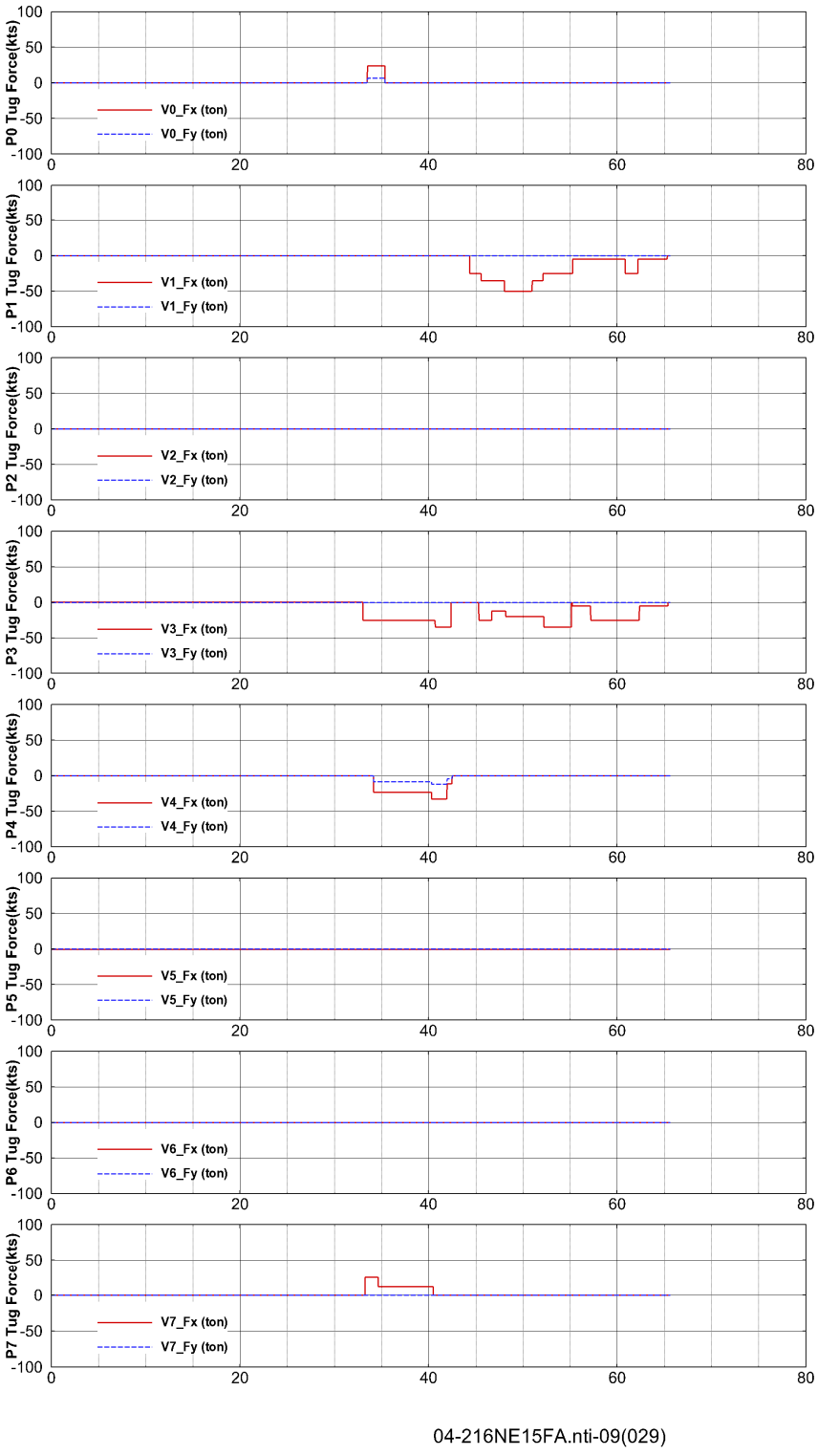

圖 7.5-4　編號 029 航次東北風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.5.2 靠泊成功-編號 069 航次

編號 069 航次東北風 15m/sec 漲潮流條件進港靠泊第一船席試驗，初始設定與前一節(7.5.1)相同。風壓與流壓力，對船位偏移的方向相同。圖 7.5-5 與圖 7.5-6 分別為試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.5-7 與圖 7.5-8 則分別為對應航行參數與拖船施力時序圖。本船啟動後，領港以全速進俥(FAH)航行，3～8 分鐘，加速為海上全速進俥(FSAH)，最高速達到 12.7 節航行。8 分鐘再減俥至全速進俥，維持船速約 10 節航行。試驗開始領港以左舵轉向至 070 航行，14 分鐘再轉向至 060。17 分鐘航速 9.6 節航向 058 度通過北堤口，19 分鐘進入南堤口號開始逐漸降俥至 22 分鐘時停俥。東北風風壓與漲潮流流壓作用均由棟北向西南方向，本船以全速進俥並轉向航道左側風流壓上游航行，抵抗風流壓作用並增加船位飄移空間。進入堤口後逐漸減速，22 分鐘進入迴船池，船速 8.3 節。27 分鐘通過迴船池，本船未在迴船池掉頭。22～26 分鐘主機停俥，28～31 分鐘半速倒俥(HAS)，31-33 分鐘改為全速倒俥(FAS)。30 分鐘開始在迴轉池外側第一船席前方水域，逆時針掉頭，船艏左轉。25-31 分鐘之間，左船艉 2 艘拖船及右船艏 2 艘拖船大俥頂，阻抗風壓。掉頭迴轉後船艏及船艉之拖船推頂，逐漸將船身平行推至第一船席邊，最後成功完成停泊，歷時 38 分。

操航試驗結果航行參數如圖 7.5-7 所示。操航分析與建議如下：

1. 本船在進防波堤前，採用偏北航減低風壓與流壓影響，於堤口前 0.3 海浬始併入進港航道，為保持本船操控能力，以至於位提早減速進入堤口。宜盡早轉入港航道，對準堤口減速通過。

2. 本次操航在頂風頂流的情境下，本船掉頭位置，選擇在迴船池外側偏北，掉頭停船位置距離第一船席約兩倍船長，利用四艘拖船協助，25～31 分鐘同時大俥頂，使本船順利在短時間內迴轉，雖然可以大幅縮短靠泊時間，但即使是東北風條件，迴轉掉頭仍應提早於迴船池西北側水域較為安全。

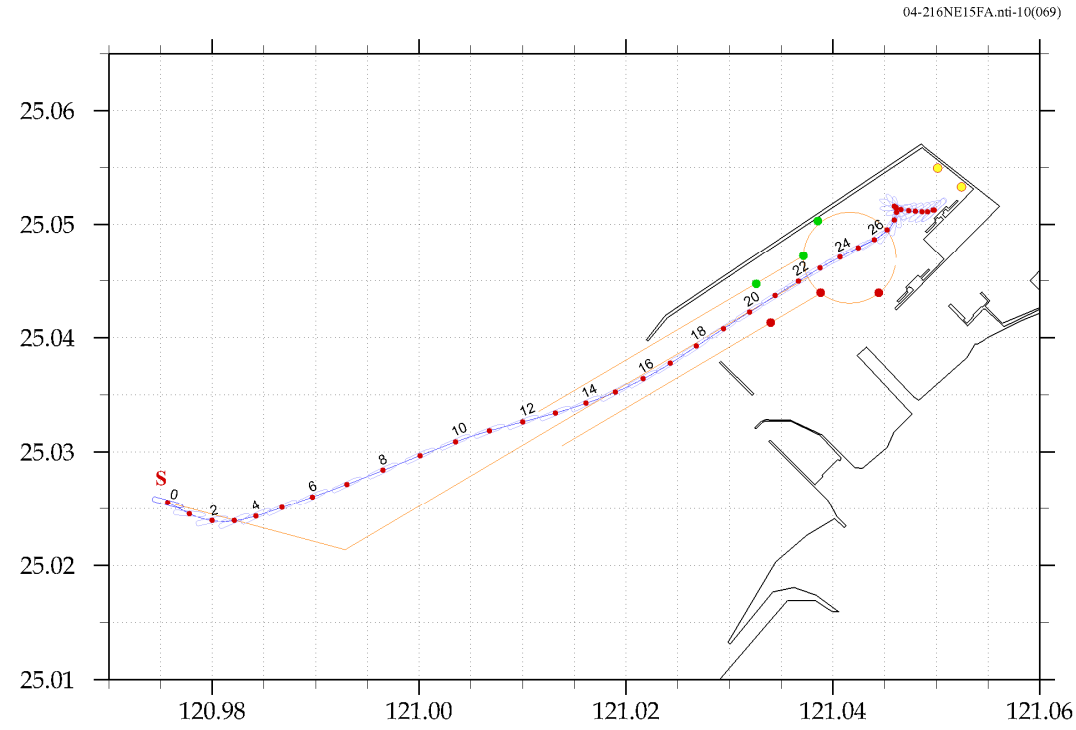

圖 7.5-5　編號 069 航次東北風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖

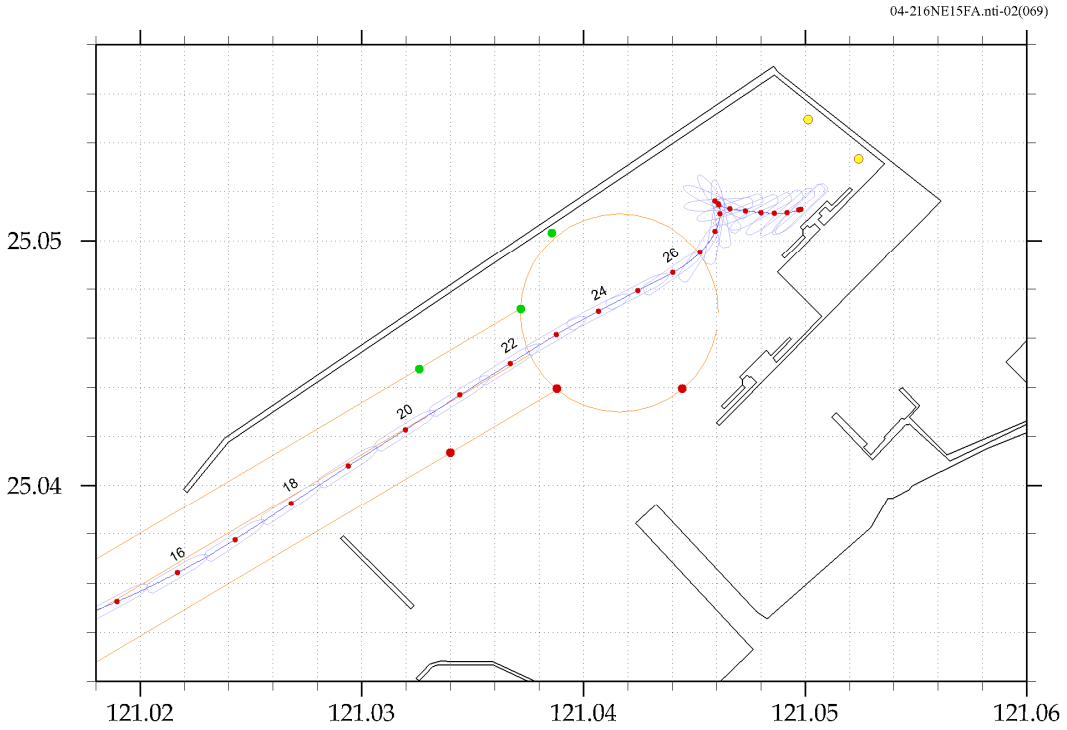

圖 7.5-6　編號 069 航次東北風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖

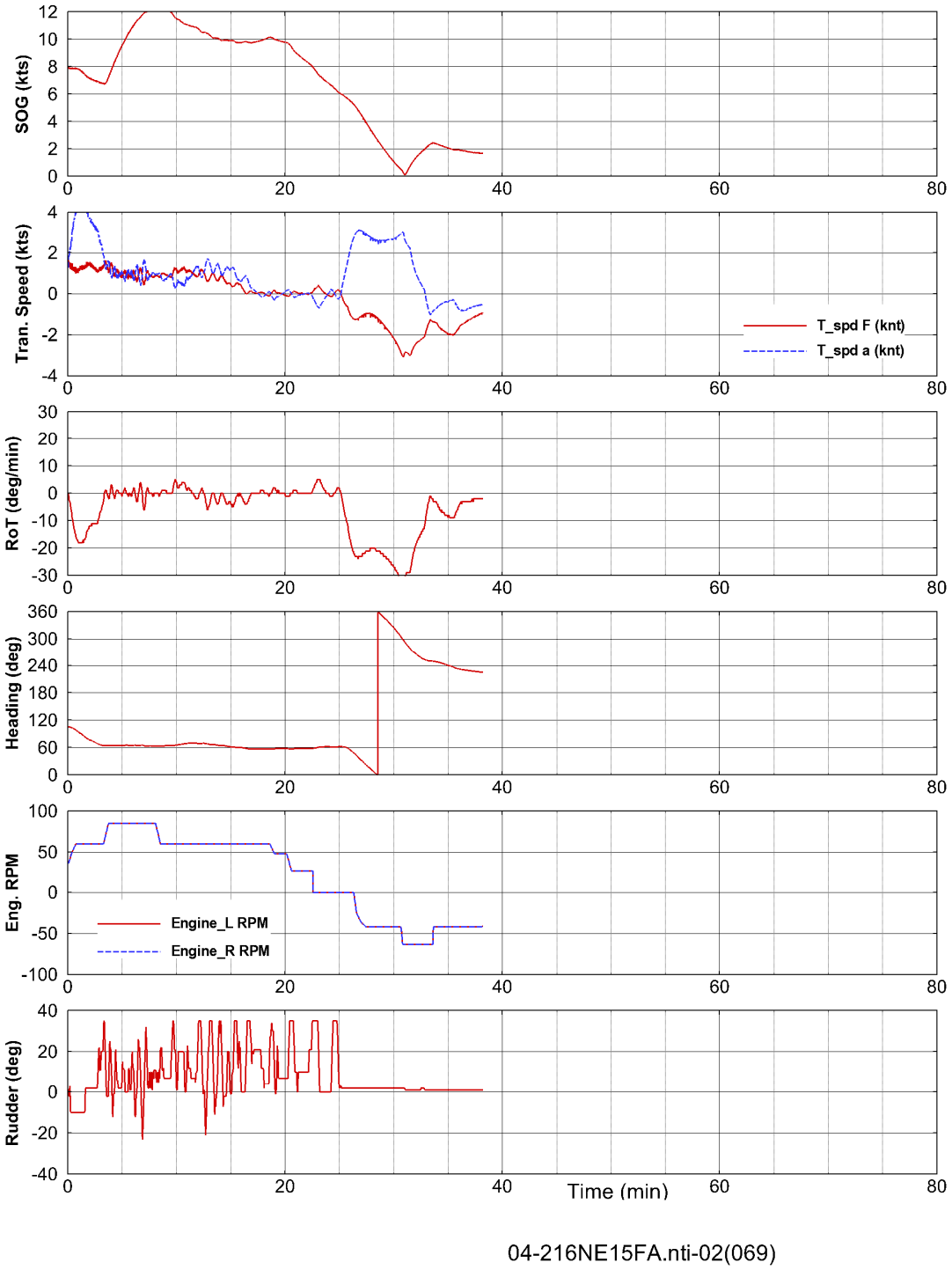

圖 7.5-7　編號 069 航次東北風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

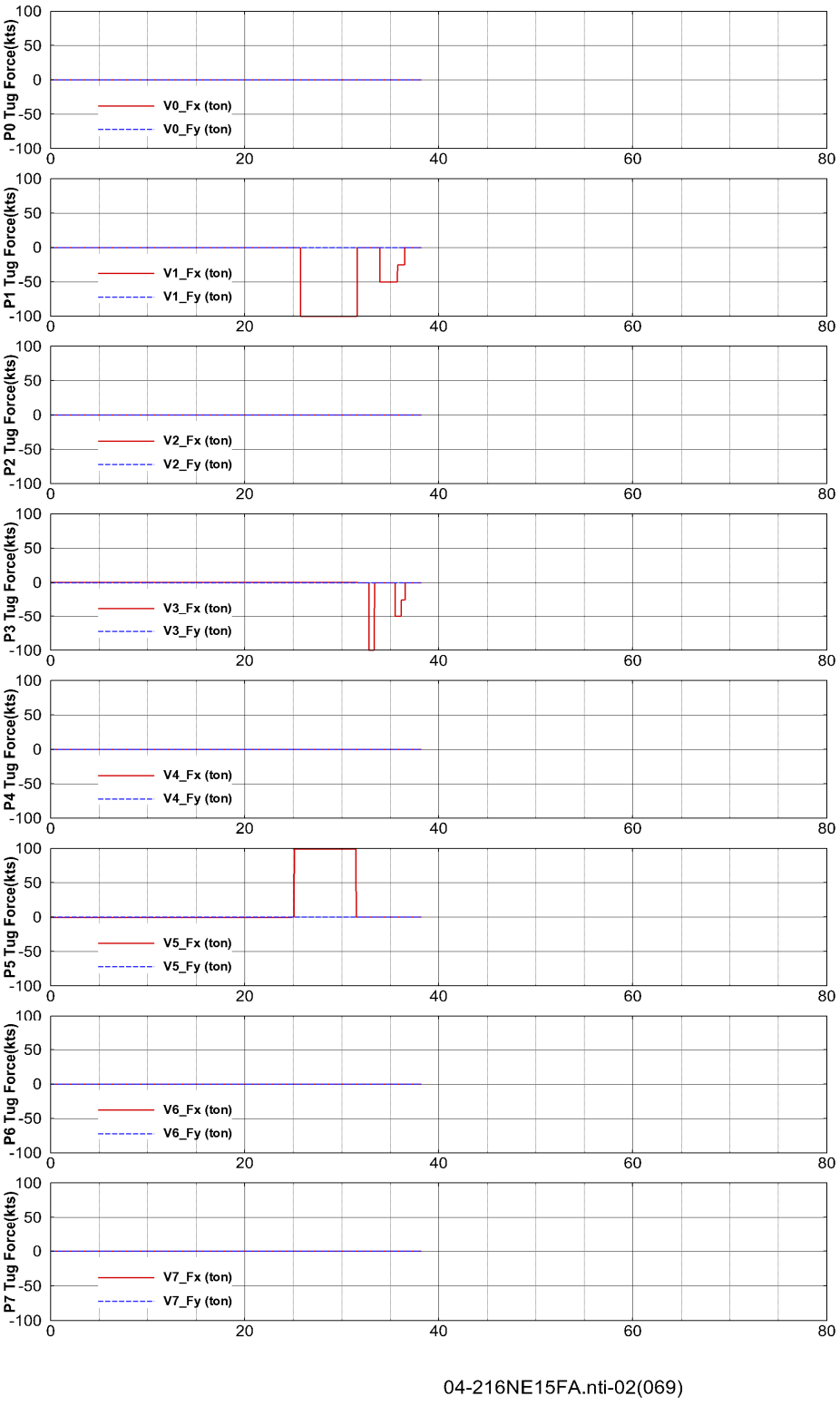

圖 7.5-8　編號 069 航次東北風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.6 LNG216 東北風退潮-出港案例分析

7.6.1 出港成功-編號 087 航次

圖 7.6-1 與圖 7.6-2 分別為編號 087 航次，東北風 15m/sec 條件，出港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.6-3 與圖 7.6-4 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。領港登輪操航開始，初始船艏向(Heading)設定為 225，操演起始船速(SOG)為 0.0 節。本船啟動後，領港先以右船艏拖船大俥拉及右船艉拖船中俥拉，3 分鐘開始動俥，2 艘拖船帶力跟船前進，4 分鐘改為最慢速進車(DSAH)，6 分鐘改為慢速進俥(SAH)，8 分鐘改為半速進俥(HAH)，抵達迴船池，12 分鐘通過迴船池，航向角 244，船速 10.4 節，船位在航道中線上，17 分鐘出北堤口，航向角 238，船速 12.1 節，船位未偏離航道中線，20 分 12 秒出航道口，航向角 245，船速 11.7 節，結束操航。

由於東北風壓方向朝向碼頭，本船離碼頭時，以船艏艉拖船同時先帶力中俥拉，協助船舶帶離船席，再以 2 拖船大俥拉，約 2～3 倍船寬即可開始動俥，並配合舵，加速船艏駛離碼頭。出港順風頂流，建議盡量及早使本船朝著迴船池兩浮筒中間，對準航道中線航行，在 8 分鐘時已將俥前進至半速進俥(HAH)，之後以此航速航行，出堤口後減速，由於順風，風從船艉來且減載，乾舷高受風面積大，需小心穩舵安全航行。

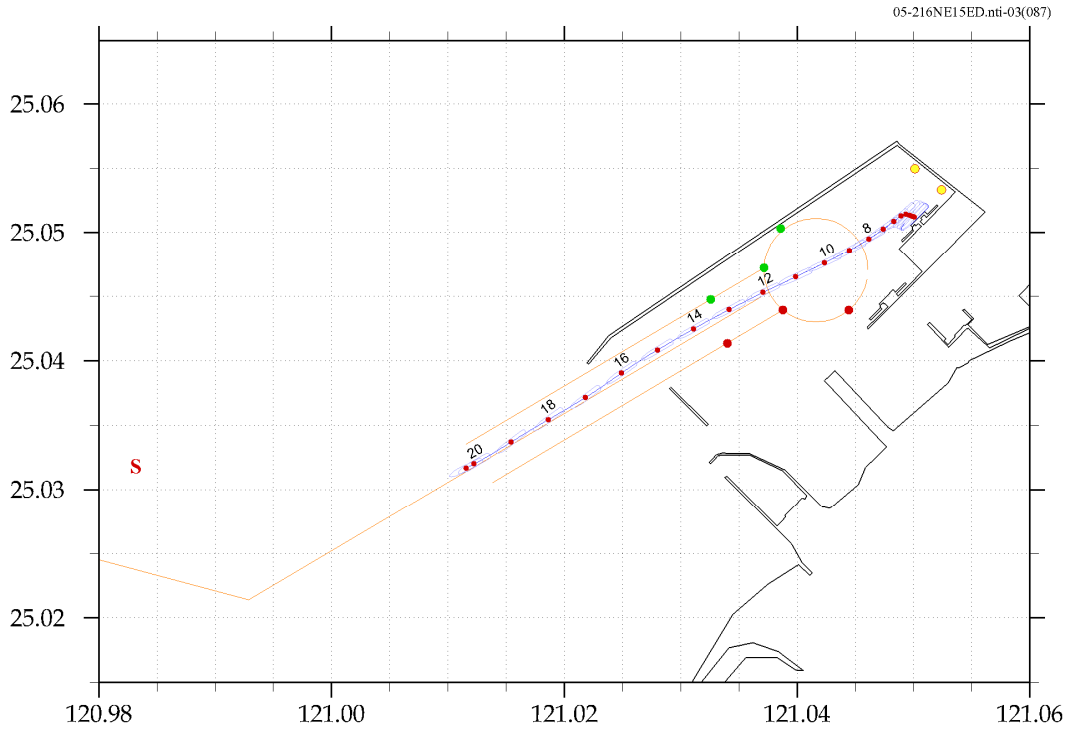

圖 7.6-1　編號 087 航次東北風退潮出港-全程航跡圖

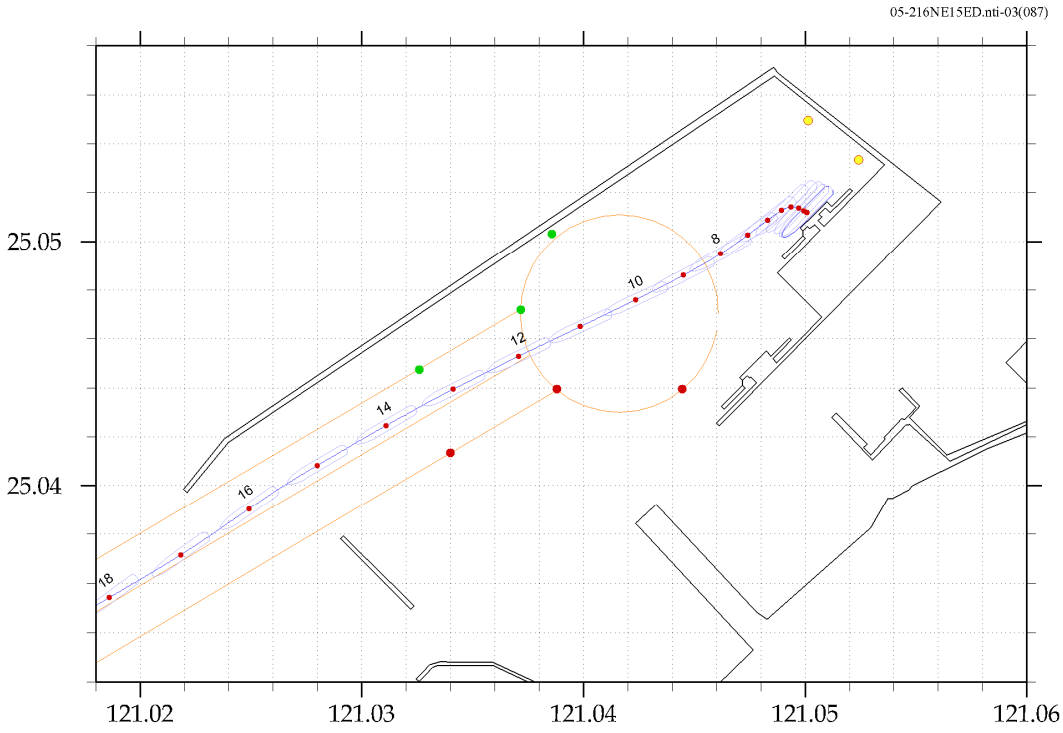

圖 7.6-2　編號 087 航次東北風退潮出港-放大航跡圖

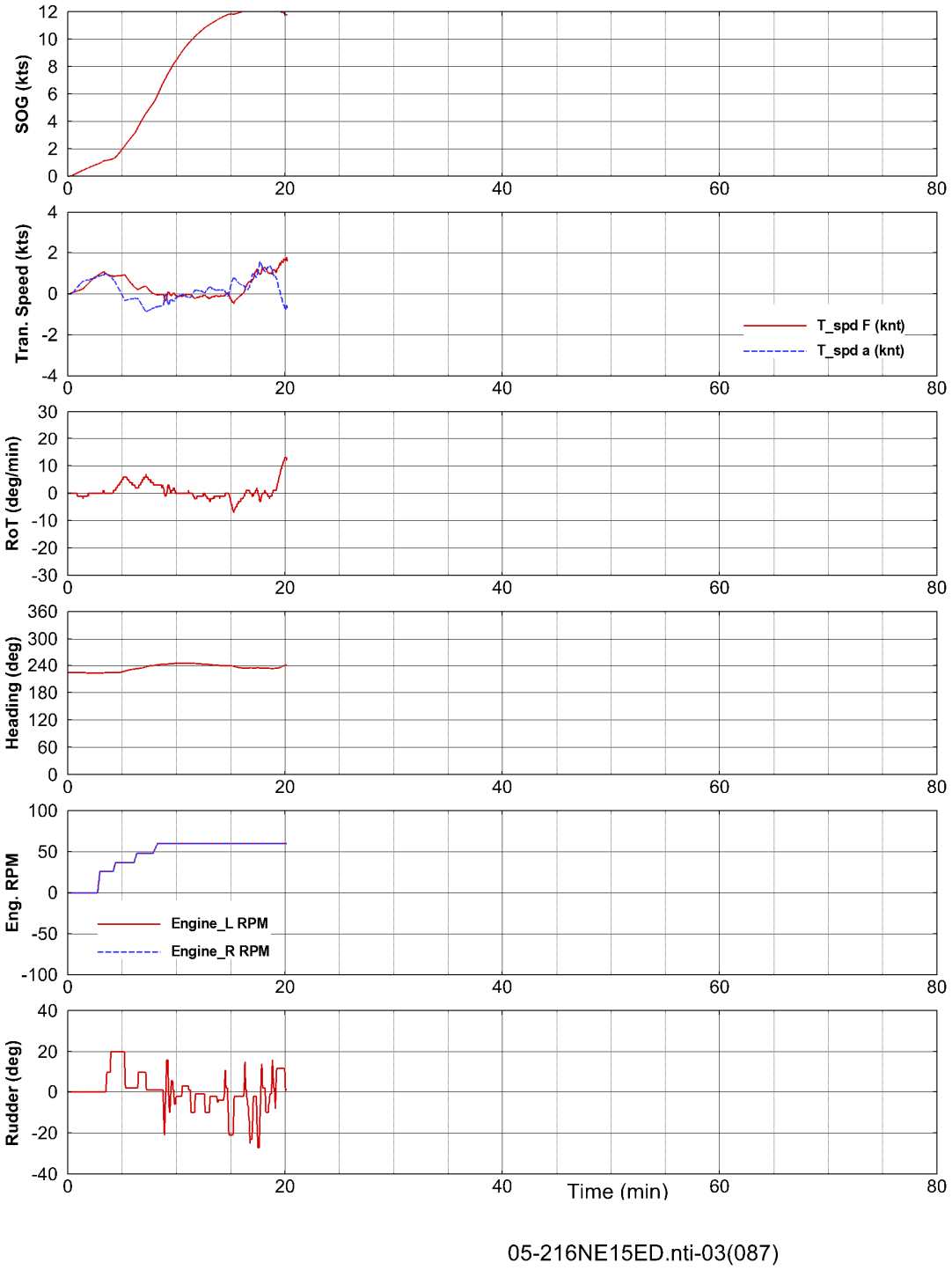

圖 7.6-3　編號 087 航次東北風退潮出港-航行參數時序圖

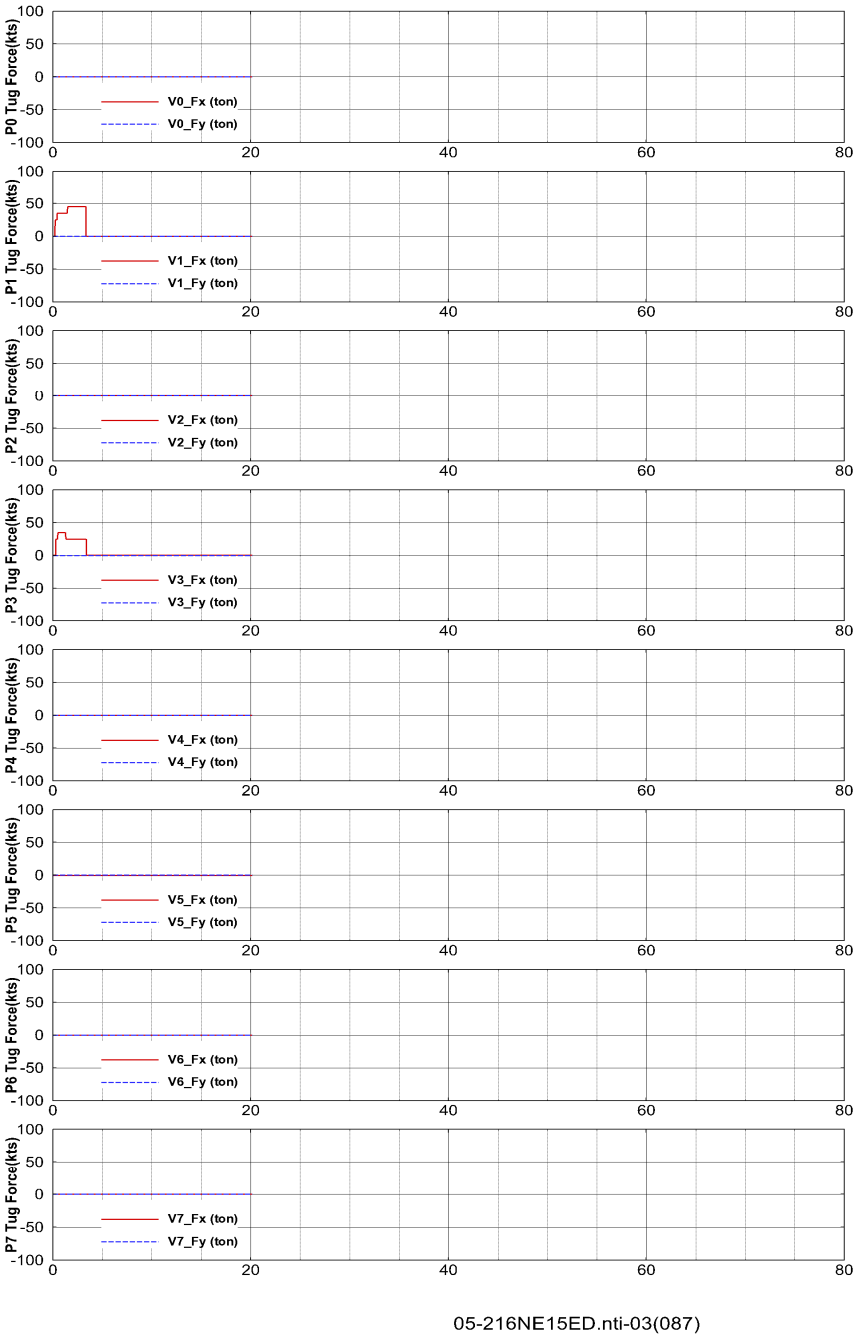

圖 7.6-4　編號 087 航次東北風退潮出港-拖船施力時序圖

7.6.2 危險案例-編號 092 航次

圖 7.6-5 與圖 7.6-6 分別為編號 092 航次，東北風 15m/sec 條件，出港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.6-7 與圖 7.6-8 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。本船啟動後，領港先以船艏及船艉拖船，均朝船艏 1 點鐘方向中俥拉，1 分鐘改為大俥拉，5～12 分鐘船艉拖船改為 3 點鐘大俥拉，且 1 分鐘即開始動俥至慢速進俥(SAH)，12 分鐘 2 艘拖船帶力跟船前進，斷續改為最慢速進俥(DSAH)，10～12 分鐘改為半速進俥(HAH)，12 分鐘改為慢速進俥(SAH)，6 分鐘抵達迴船池，11 分鐘接近迴船池，航向角 252，船速 7.6 節，船位未在航道中線上且險擦撞紅浮筒，17 分鐘出北堤口，航向角 241，船速 7.9 節，減俥為慢速進俥(SAH)，船位未偏離航道中線，21 分 51 秒出航道口，航向角 225，船速 8.9 節，結束操航。

因為東北風作用，未及早使本船朝著迴船池兩浮筒中間，對準航道中線航行，本次操航，出迴船池時，船位未在航道中線上且險擦撞紅浮筒，主要造成原因是拖船帶領方式不恰當，未先橫向使本船帶離碼頭 2～3 倍船寬之安全距離，才開始動俥。

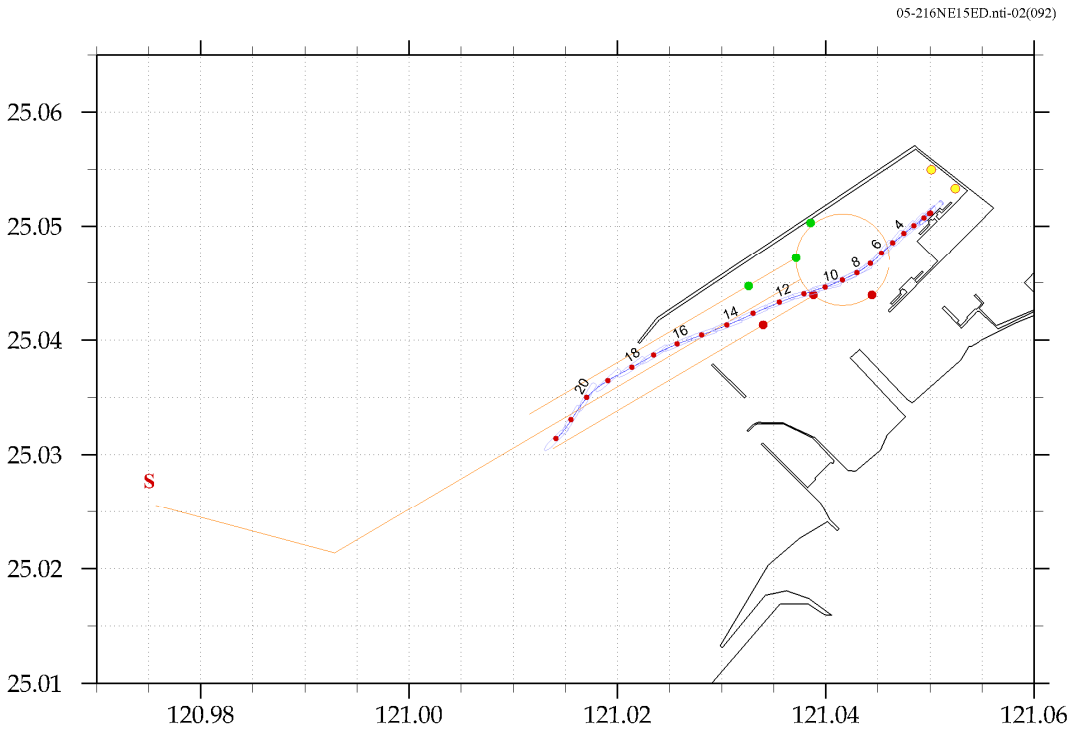

圖 7.6-5　編號 092 航次東北風退潮出港-全程航跡圖

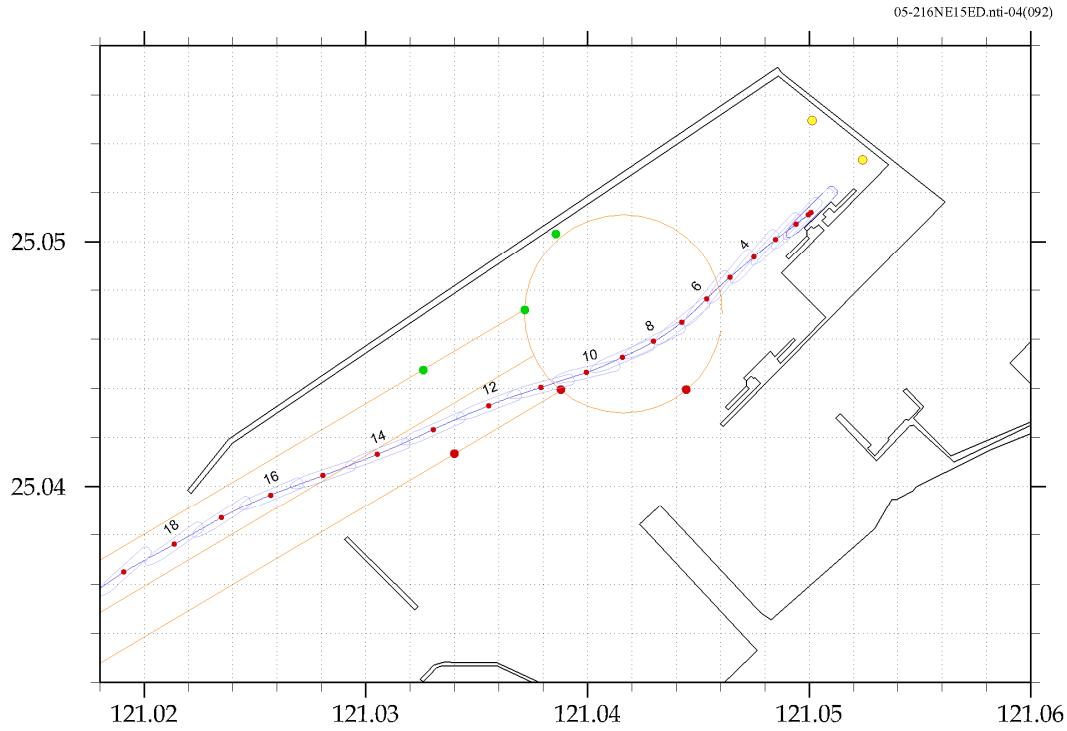

圖 7.6-6　編號 092 航次東北風退潮出港-放大航跡圖

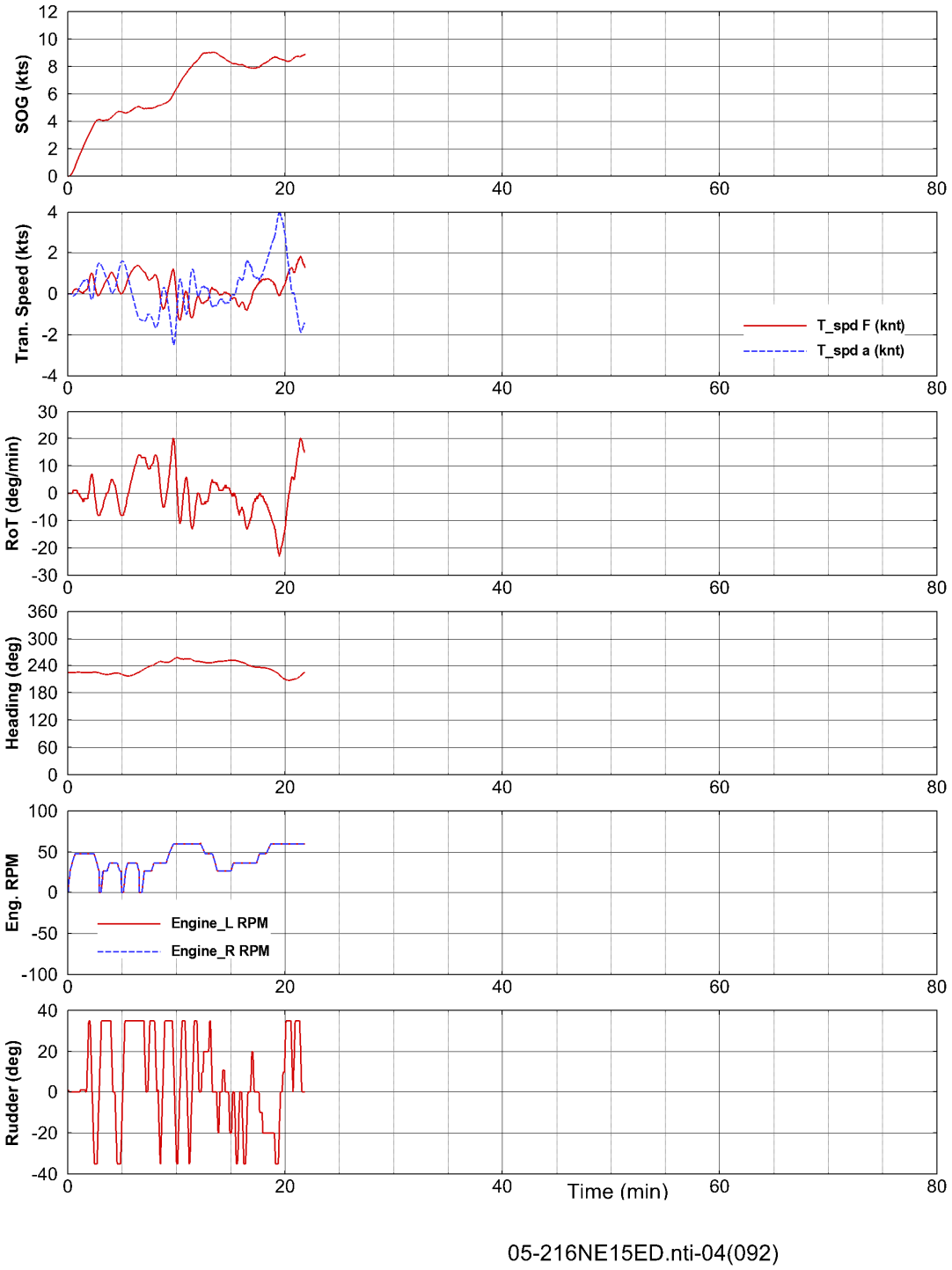

圖 7.6-7　編號 093 航次東北風退潮出港-航行參數時序圖

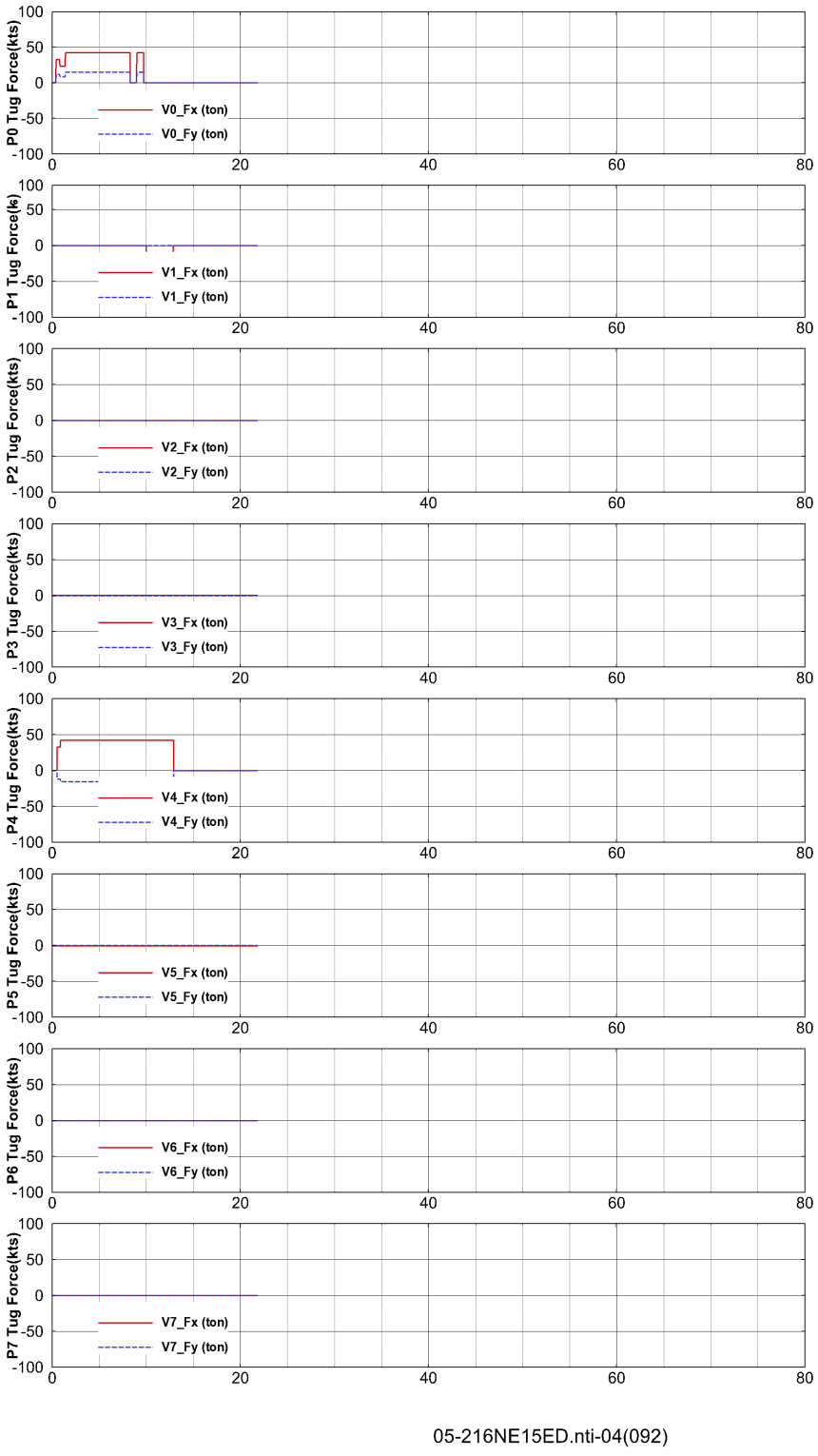

圖 7.6-8　編號 093 航次東北風退潮出港-拖船施力時序圖

7.7 LNG266 西南風退潮-靠泊第一船席案例分析

7.7.1 靠泊成功-編號 026 航次

LNG266 船西南風 15m/sec 退潮流條件進港靠泊第一船席，試驗設定條件同第 7.2.1 節 LNG216 船進港設定。圖 7.7-1 與圖 7.7-2 分別為操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.7-3 與圖 7.7-4 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。本船啟動後，領港以全速進俥(FAH)航行，8 分鐘時船速約 11 節。10 分鐘減速為半速進俥(HAH)，13 分鐘減至最慢速進俥(DSAH)。由於西南風壓與退潮流作用，領港以左舵使船舶逐漸轉向，8 分鐘時進入進港航道，朝向堤口航行。16 分鐘時通過北堤頭，航向 58 度，船速 8.8 節，船位維持在航道中線，以多次的短暫舵，穩舵穩住航向，由於西南風影響會使船位不易操控，逐漸調整航向，以船艏向(約 060 度)對著迴船池的兩浮筒中間。25 分鐘停俥，逐漸倒俥，29～31 分鐘之間，全速倒俥(FAS)。24 分鐘時，抵達迴船池，航向 059 度，船速 4.7 節。31 分鐘時，船速僅 1.1 節，4 艘拖船同時推拉，使本船在迴船池的西北側邊緣順時針掉頭。掉頭後船位已接近第一船席，最後成功完成停泊，歷時 44 分 55 秒。

本船 16 分鐘時進入北堤口遮蔽區後即呼叫拖船備便，正船艏及右船艏各配置 1 艘，另外正船艉及右船艉各配置 1 艘，共配置 4 艘拖船。正船艉拖船，20～30 分鐘時，朝後中俥拉，30～38 之間，朝 9 點鐘大俥拉；右船艉拖船，20～25 分鐘之間，朝後帶力，30～45 分鐘之間，大俥頂；右船艏拖船，20～30 分鐘之間，兩次慢俥拉，30～35 分鐘之間，大俥拉 35～40 分鐘之間，大俥頂；正船艏拖船，30～35 分鐘之間，3 點鐘方向大俥拉，協助船艏轉向與靠泊，最後完成本船靠泊。

由於西南風及退潮流，本船進港時，由於初始航向角 095，一開始必須左轉，調整進港航向，對著防波堤航道中央航行，船艏向與風向之夾角較大，船艉右舷來風，風壓會使船位偏北，必須多次右舵修正航向，儘早朝航道中線修正，避免船位偏移過多。本船在迴船池的北側邊緣順時針掉頭，掉頭後雖可縮短靠泊時間，但在西南風作用下，船位比較不易控制。操航試驗結果航行參數如圖 7.7-3 所示。操航分析與建議如下：

1. 本船啟動後，建議本船先右轉朝船艏向 100 度方向航行，待航道在 060 方位時再左轉，對著航道 060 度方向航行，此時船艏向與風向之夾角較小，偏移作用較為緩和，本船可順利在行道中央通過堤頭。

2. 建議本船掉頭位置還是以迴船池中央為準，雖然掉頭後，船位離第一船席較遠，倒俥航行較為耗時，但迴轉空間寬裕較易迴轉，相對倒退航行較不易操控，也有一定風險。

3. 拖船調度方式，不是很恰當，四艘拖船的配置位置造成調度不協調，會影響迴轉掉頭的過程很繁忙。

4. 本航次操作過程與環境外力影響均與 7.2 節 LNG216 船西南風 15m/sec 退潮流條件相似，LNG266 船雖然較 LNG216 船長、船寬與排水量更大，而主機配置也更大，操控性相似。因此進港操作過程與 7.2 結亦相近。

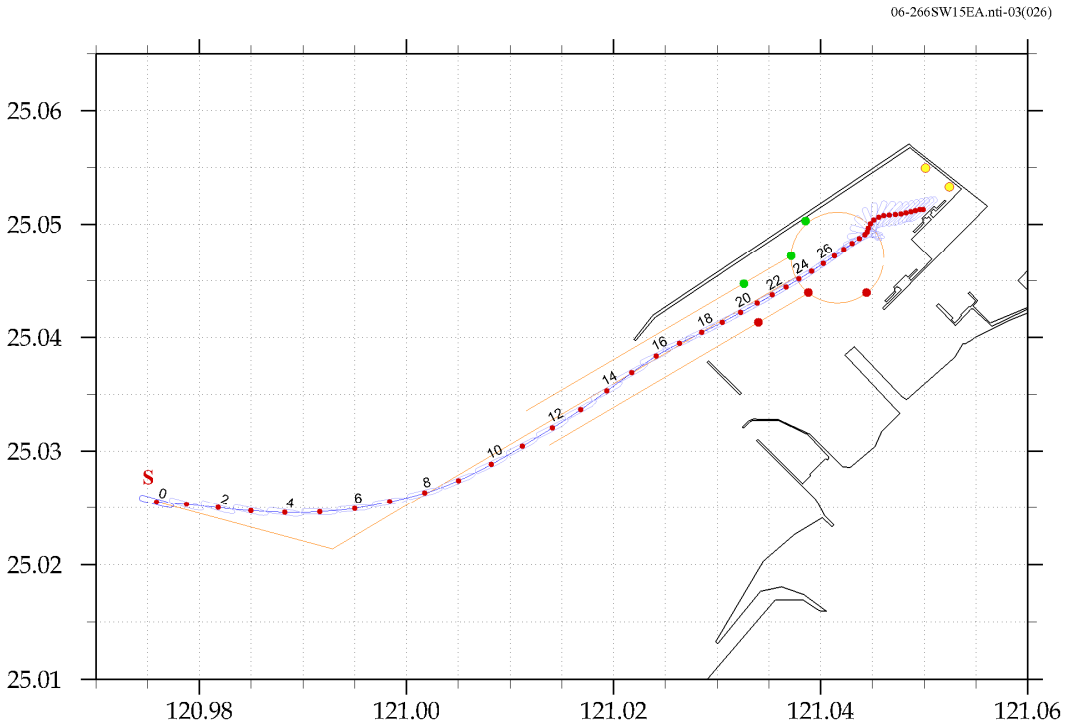

圖 7.7-1　編號 026 航次西南風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖

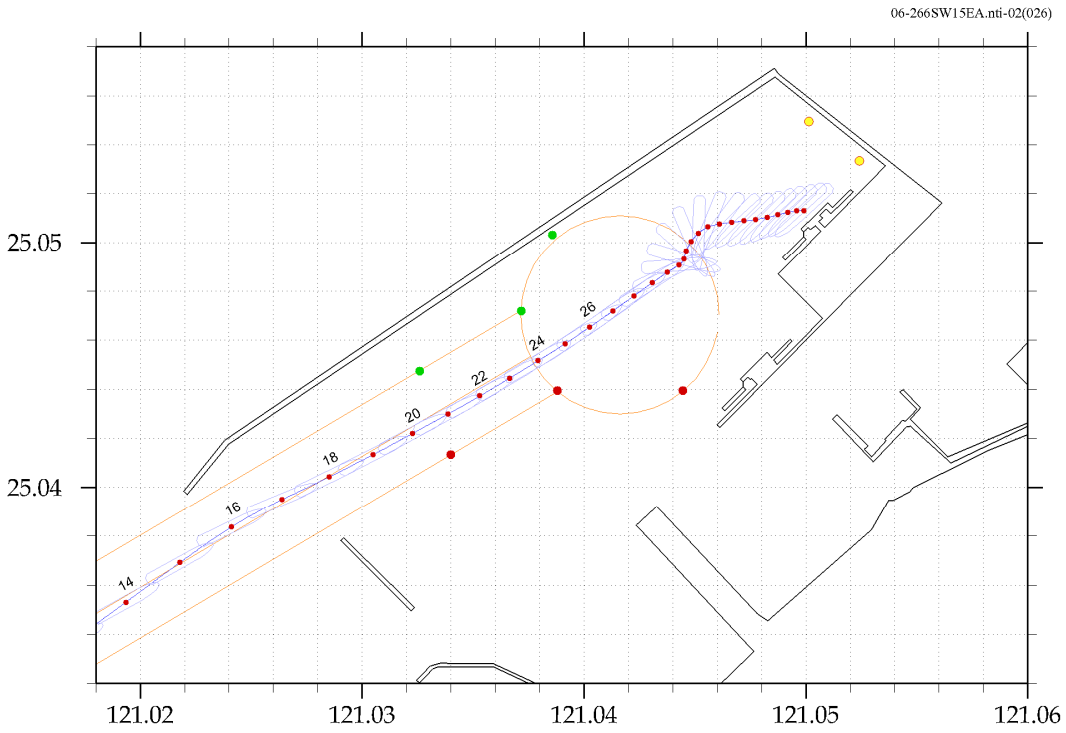

圖 7.7-2　編號 026 航次西南風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖

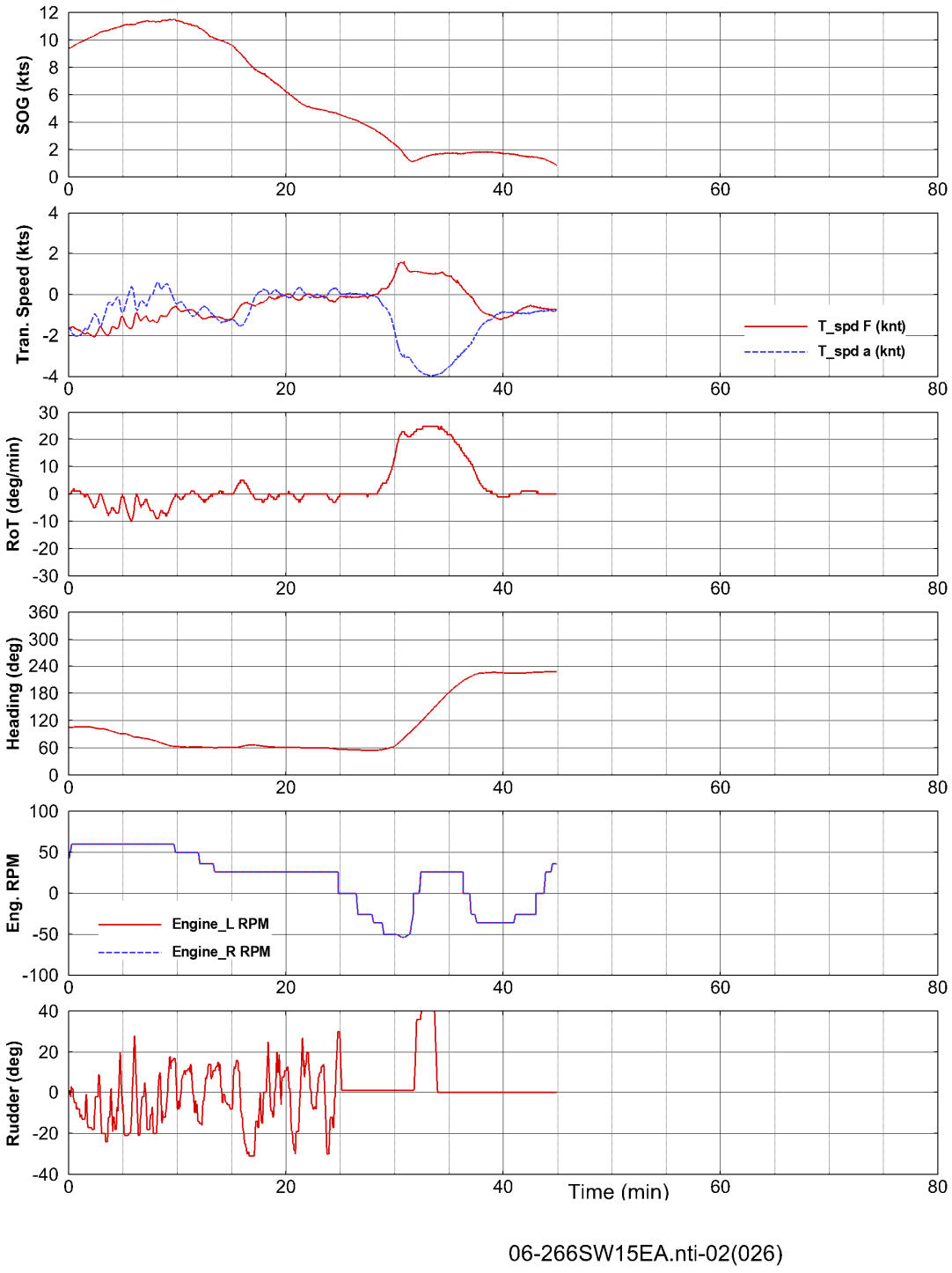

圖 7.7-3　編號 026 航次西南風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

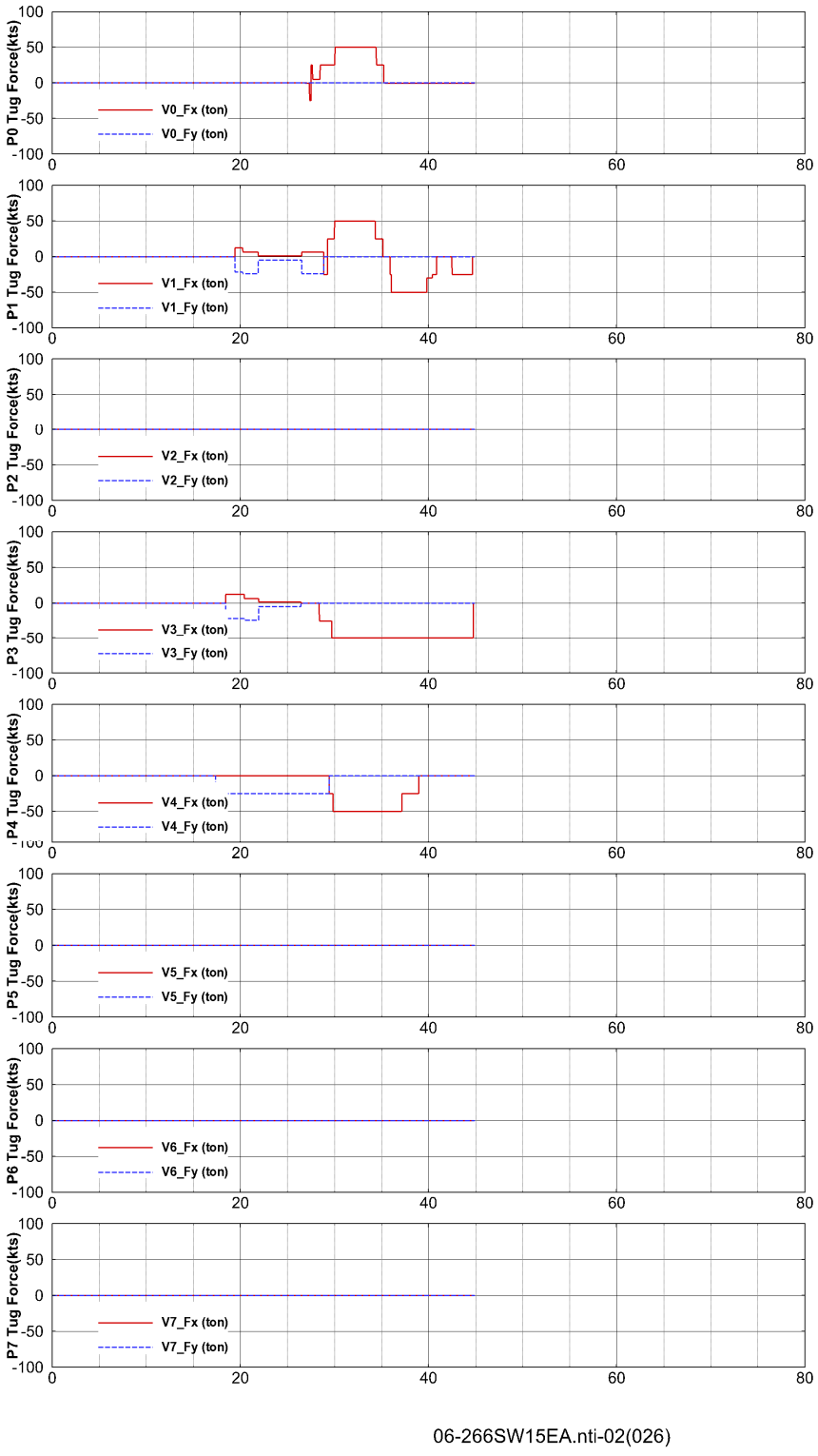

圖 7.7-4　編號 026 航次西南風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.7.2 靠泊成功-編號 062 航次

圖 7.7-5 與圖 7.7-6 分別為編號 062 航次，LNG266 船西南風 15m/sec 條件，進港靠泊第一船席，進港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.7-7 與圖 7.7-8 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。操航起始點位置、初始船艏、船速均依據標準設定與 7.2.1 節條件相同。本船啟動後，領港以全速進俥(FAH)航行，船速維持約 9～11 節航行。開始左轉，船艏向約 070 度，對著防波堤航道中央航行。16 分鐘時通過北堤頭，航向 62 度，船速 9.1 節。由於西南風作用，雖修正船艏向，但通過堤頭時，本船還是非常接近北防波堤端。19 分鐘時，航速減俥為最慢速進俥(DSAH)。21～30 分鐘之間，雙俥全速倒俥(FAS)，22 分鐘時進入迴船池，航向角 060，船速 7.0 節。左船艏配置 2 艘及右船艉 2 艘於 24 分鐘時同時推頂，本船在迴船池中心西北側順時針掉頭。船位已接近第一船席，最後成功完成停泊，歷時 44 分 49 秒。

本船在迴船池中央的北側順時針掉頭，掉頭後雖可縮短靠泊時間，但在西南風作用下，船位比較不易控制。操航試驗結果航行參數如圖 7.7.2-2 所示。操航分析與建議如下：

1. 建議本船掉頭位置還是以迴船池中央為準，雖然掉頭後，船位離第一船席較遠，較為耗時，但比較安全。

2. 建議航道第一個及二個綠色浮標可以向左移至防波堤旁，與迴船池綠色浮標平行，因此水域之水深均超過 18 公尺，目前浮標位置反倒限制了本船的航行空間。

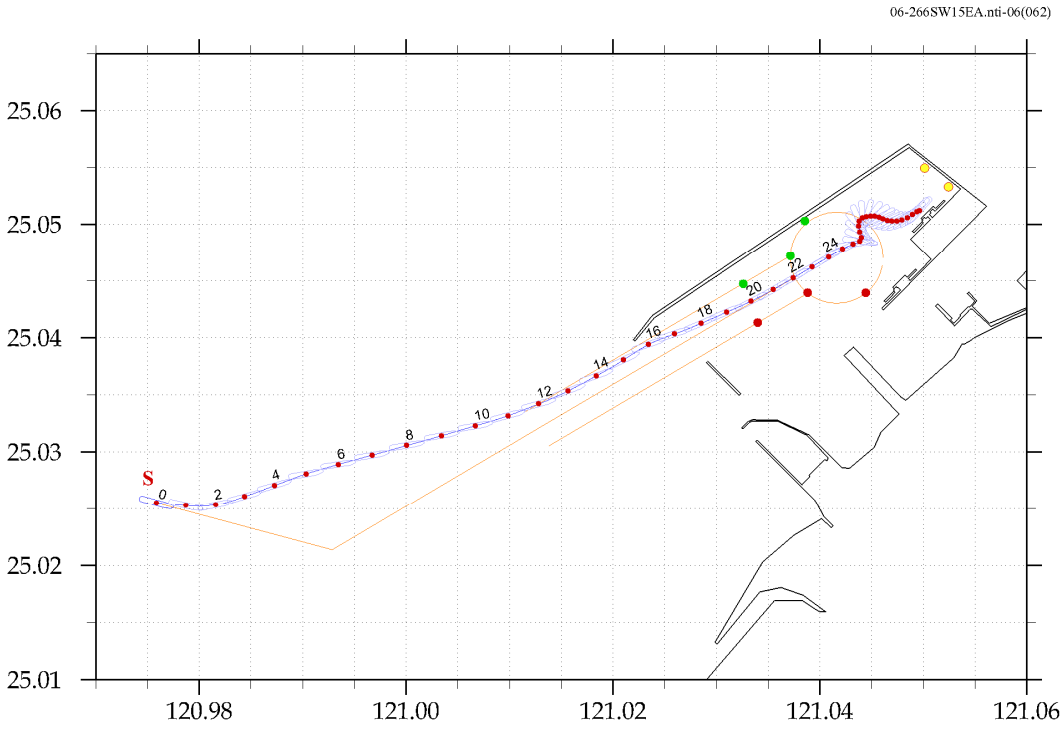

圖 7.7-5　編號 062 航次西南風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖

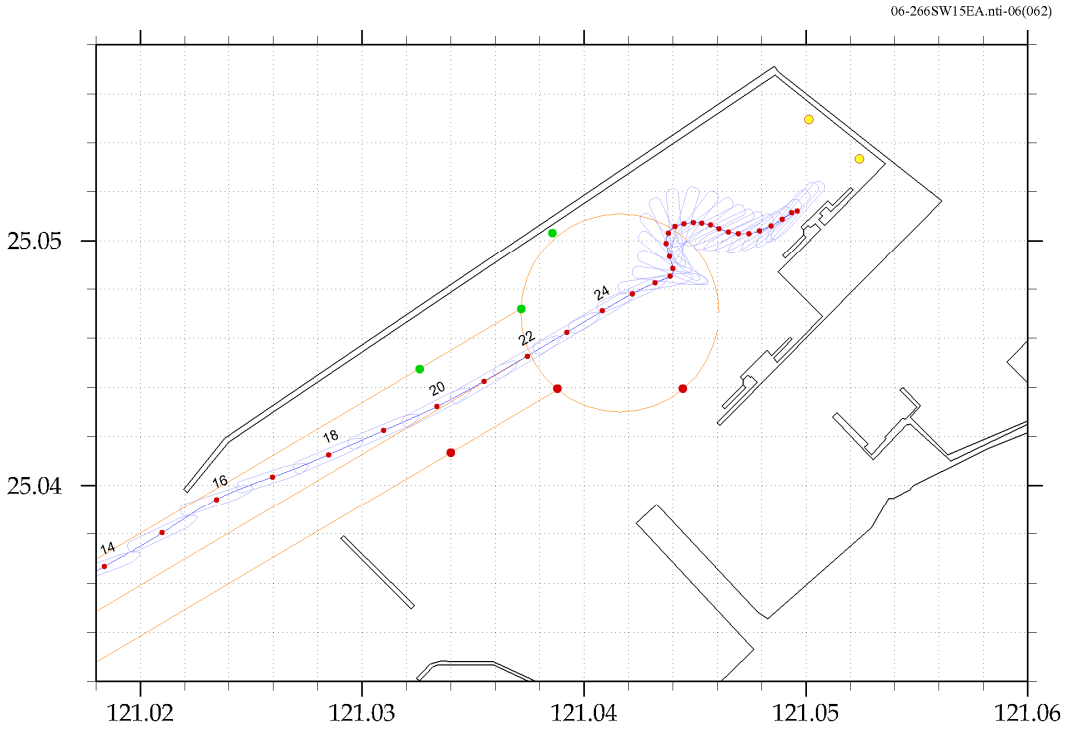

圖 7.7-6　編號 062 航次西南風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖

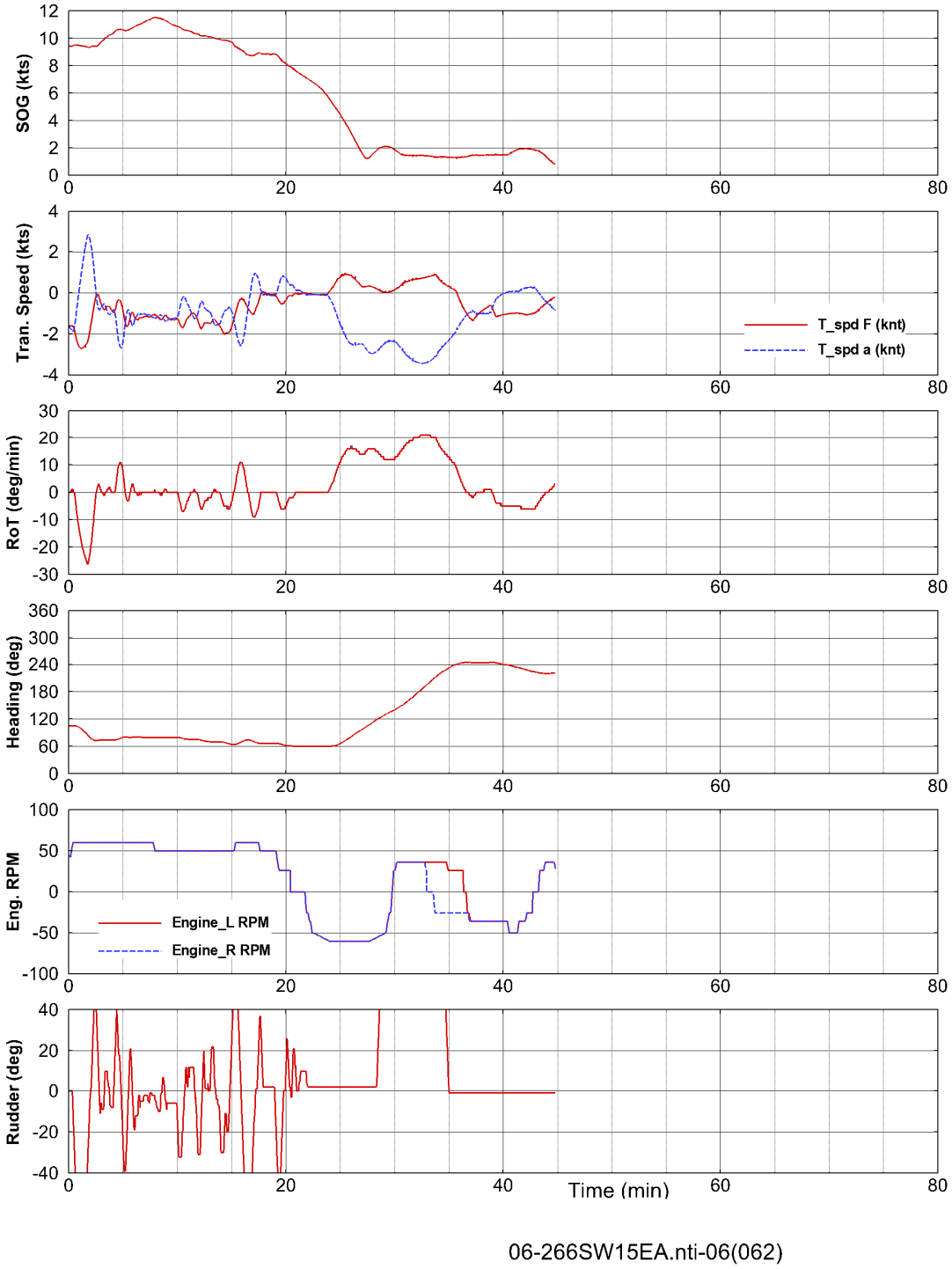

圖 7.7-7　編號 062 航次西南風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

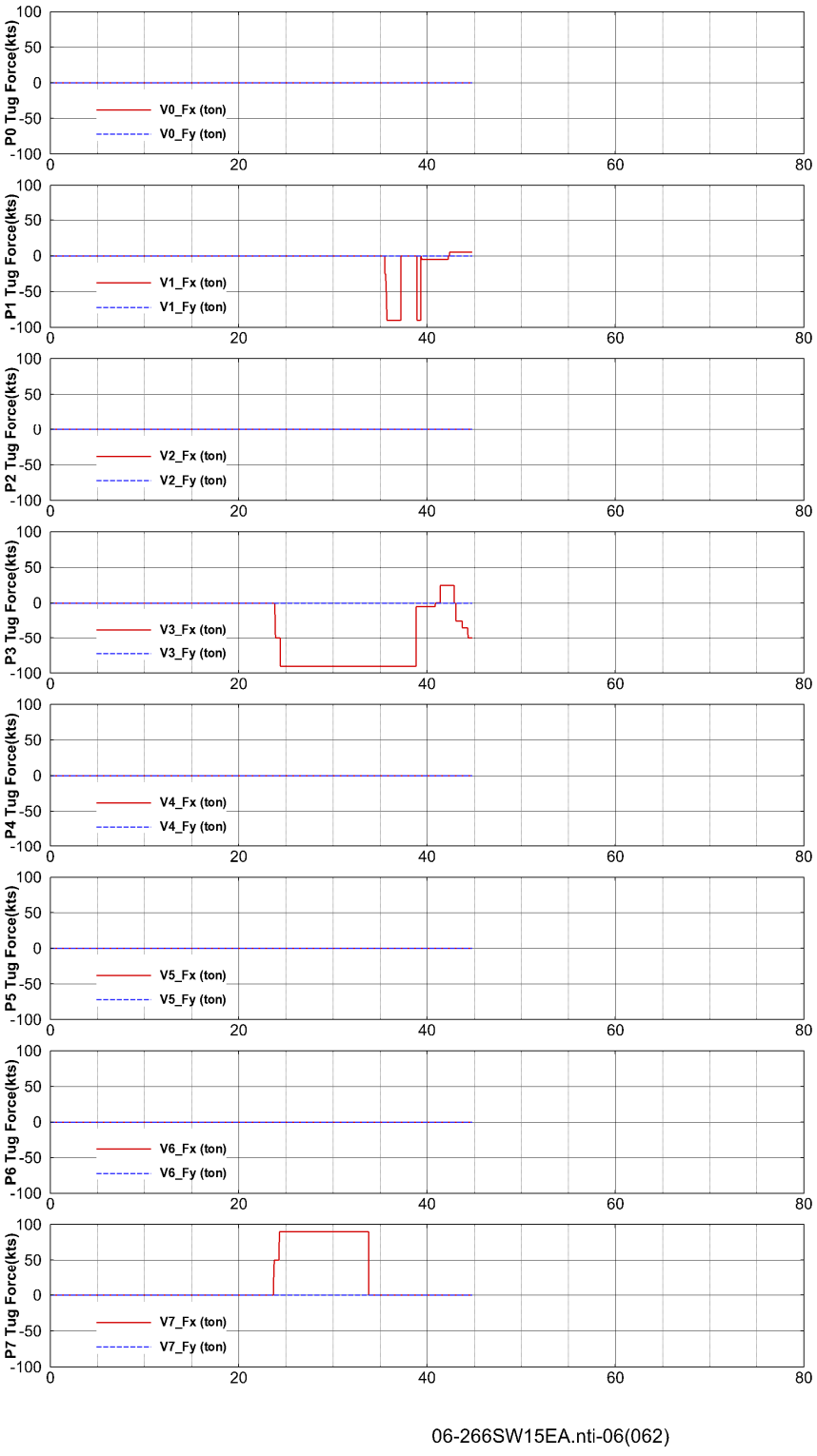

圖 7.7-8　編號 062 航次西南風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.8 LNG266 東北風漲潮-靠泊第一船席案例分析

7.8.1 靠泊成功-編號 031 航次

LNG266 船東北風 15m/sec 漲潮流條件進港靠泊第一船席，試驗設定條件同第 7.5.1 節 LNG216 船進港設定。圖 7.8-1 與圖 7.8-2 分別為編號 031 航次進港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.8-3 與圖 7.8-4 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。本船啟動後，領港加速以半速進俥(HAH)航行，船速維持約 7～9 節航行，3 分鐘後逐漸加俥，5～7 分鐘加速為全速進俥(FAH)，最高速達到 11 節航行，之後速度逐漸下降。均採多次右舵壓舵，使本船 6 分鐘前船位維持在設計航線的右邊。9 分鐘轉向至進港航道，船艏向約 069 度。受東北風風壓影響，船位維持在設計航線的右邊，對著防波堤航道中央航行。22 分鐘航速減為 6.8 節前進，維持適當船速通過堤口，航向 053 度，但船位逐漸修正在航道中線偏左航行。31 分鐘進入迴船池，船速 4.3 節。25～31 分鐘，本船右俥停左俥仍維持慢速進俥(SAH)， 36-37 分鐘雙俥半速倒俥(HAS)。35 分鐘開始在迴轉池中央偏北側，順時針掉頭，讓船艏右轉。正船艏及右船艏各配置 1 艘，另外正船艉及右船艉各配置 1 艘，共配置 4 艘拖船。掉頭後逐漸將船身平行推至第一船席邊，最後成功完成停泊，歷時 59 分 09 秒。

本船在船艏到達迴船池時，船速降到 4.3 節左右，順時針掉頭時，位於迴船池中央偏北側，配合拖船協助，安全停泊於船席。操航試驗結果航行參數如圖 7.8-3 所示。操航分析與建議如下：

1. 本船在進防波堤前，雖受東北風壓影響，在 22 分鐘之前，有效控制船位保持在航道中線附近，遵循設計航線航行，領港的有效掌控航向，使本船非常順暢與安全進入堤口。

2. 在此頂風頂流的情境下，本船掉頭位置，迴船池中央偏北側，頗為理想，因為掉頭後，船位離第一船席不會過於貼近其凸角處，在此情境下，倒俥後退速度掌控合宜。

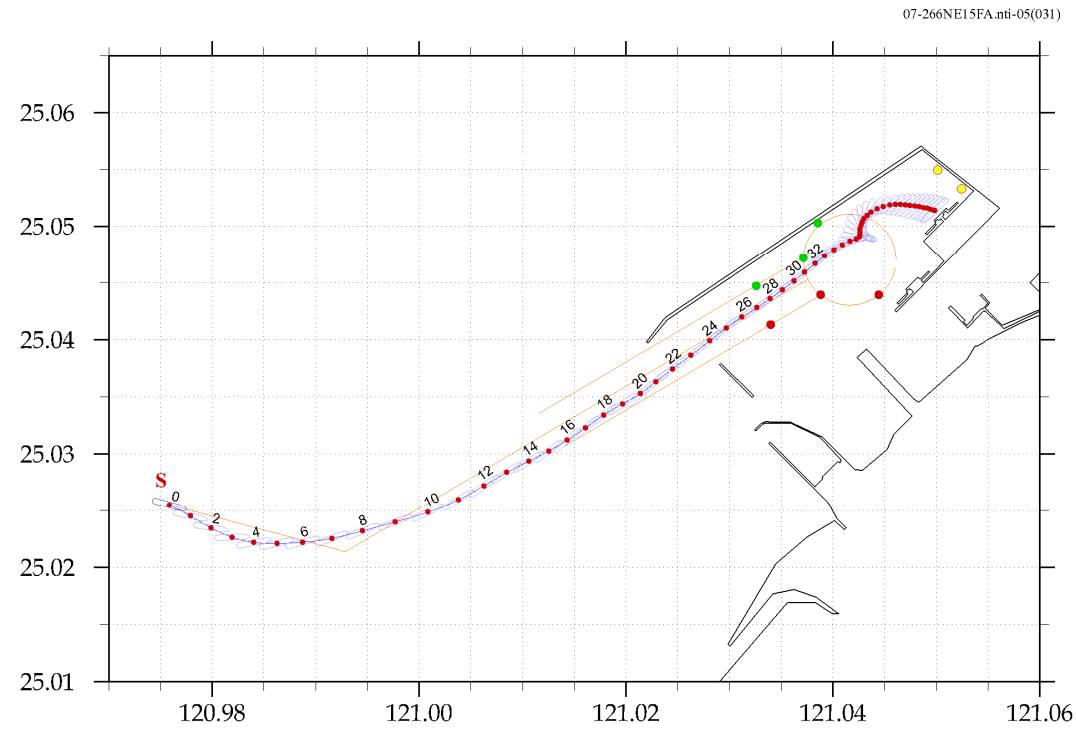

圖 7.8-1　編號 031 航次東北風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖

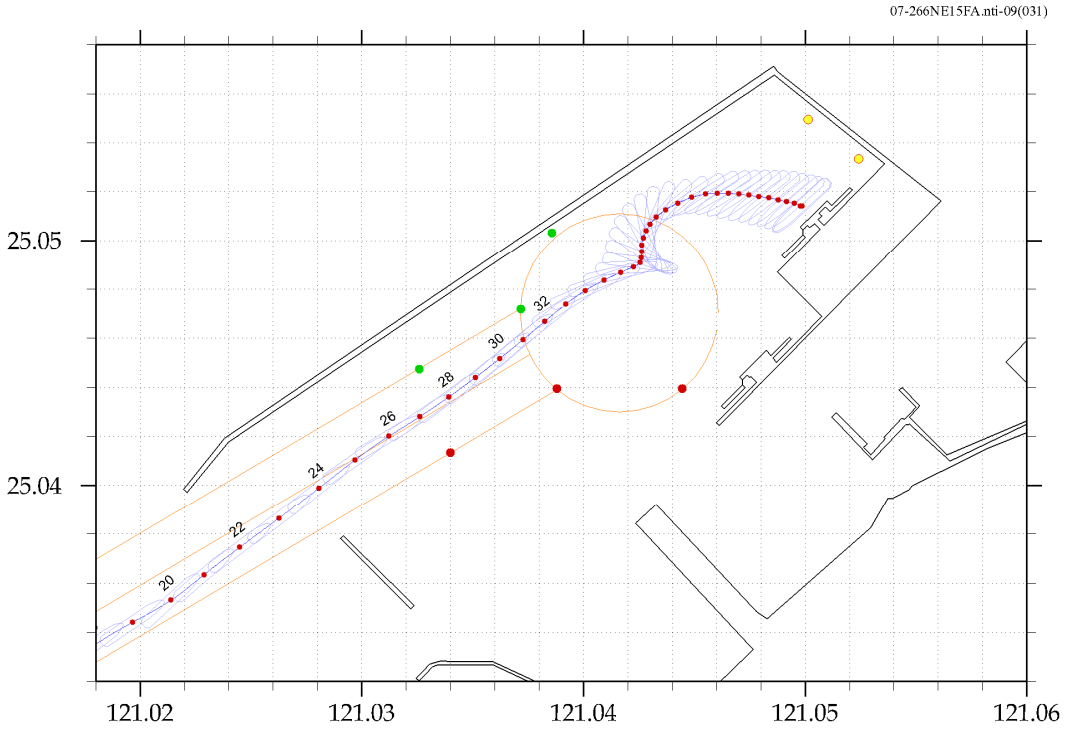

圖 7.8-2　編號 031 航次東北風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖

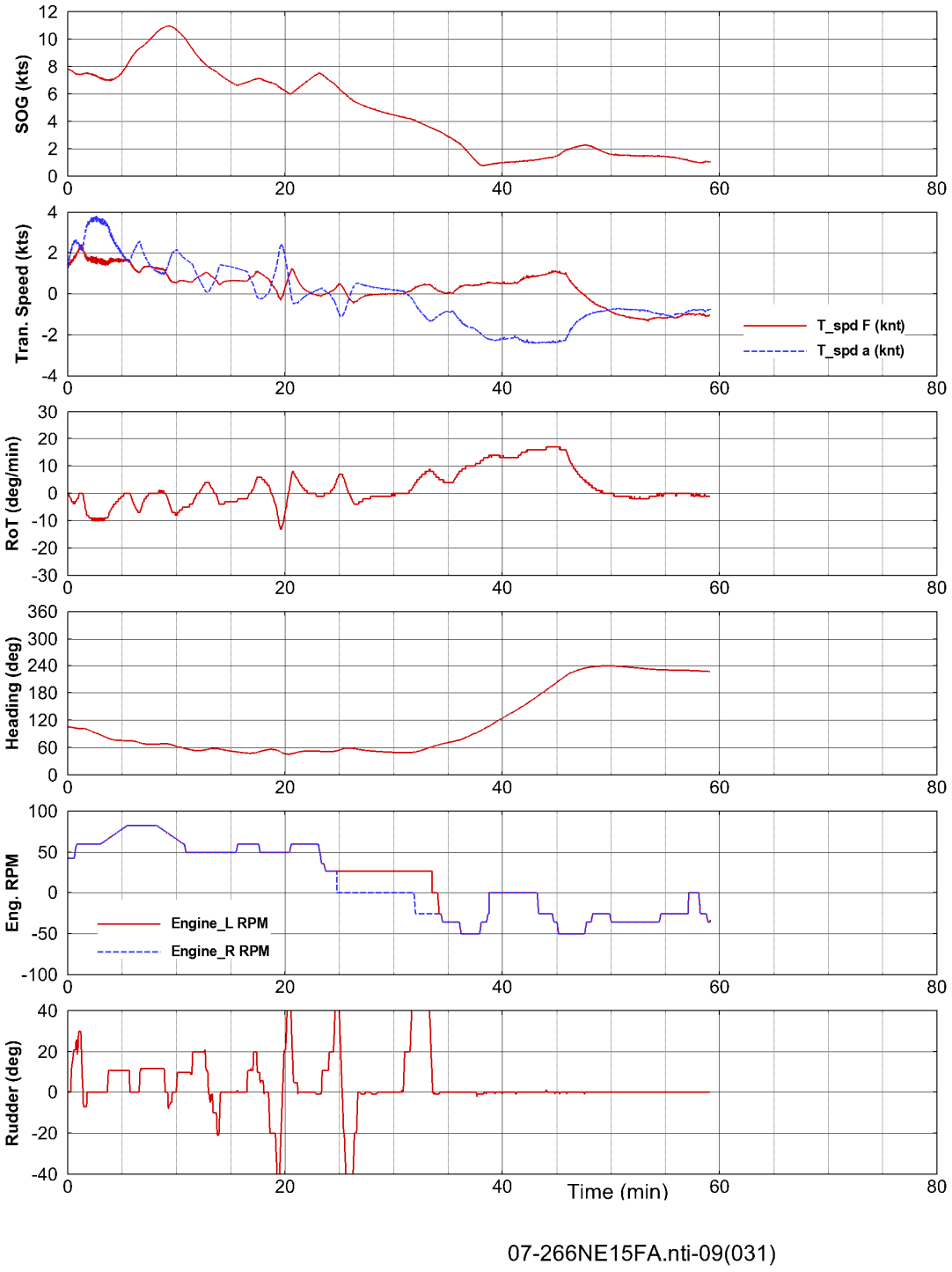

圖 7.8-3　編號 031 航次東北風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

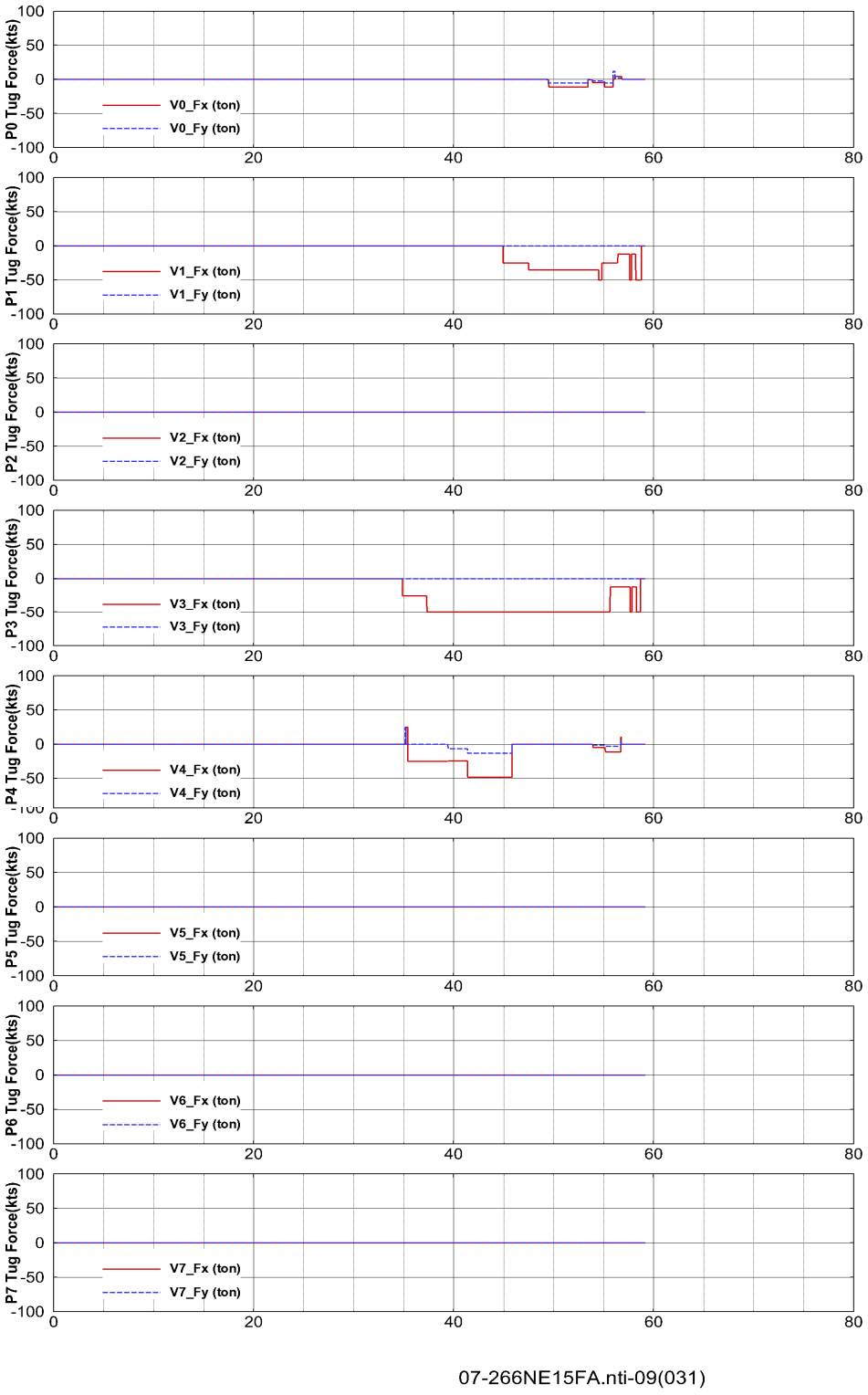

圖 7.8-4　編號 031 航次東北風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.9 LNG177 西南風退潮-靠泊第一船席案例分析

7.9.1 靠泊成功-編號 052 航次

LNG177 船西南風 15m/sec 退潮流條件進港靠泊第一船席，試驗設定條件同第 7.2.1 節 LNG216 船進港設定。圖 7.9-1 與圖 7.9-2 分別為編號 052 航次操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.9-3 與圖 7.9-4 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。本船啟動後，領港加俥以海上全速進俥(FSAH)航行，剛開始船速維持約 9～14 節航行，3 分鐘時，船速最高約 14.1 節。4 分鐘減速為半速進俥(HAH)，8～14 分鐘減為慢速進俥(SAH)，船速逐漸減速。本船啟動後領港以左舵作用，船艏向逐漸轉向，11 分鐘時到達進港航道。15 分鐘進入堤口，航速為 8.4 節，航向 64 度。船位維持在航道中線，以短暫左滿舵，穩舵穩住航向。20～22 分鐘停俥，倒俥。22 分鐘時抵達迴船池，船速 6.3 節。23～29 分鐘之間，全速倒俥(FAS)。27 分鐘時左船艏 2 艘及右船艉 2 艘拖船同時推拉，使本船在迴船池中央偏北側順時針掉頭。掉頭後船位已接近第一船席，最後成功完成停泊，歷時 38 分 54 秒。

本船在迴船池中央偏北側邊緣，順時針掉頭，掉頭後雖可縮短靠泊時間，但在西南風作用下，船位比較不易控制。操航試驗結果航行參數如圖 7.9-3 所示。操航分析與建議如下：

1. 本船啟動後，建議本船先右轉朝船艏向 100 度方向航行，待航道在 060 方位時再左轉，對著航道 060 度方向航行，此時船艏向與風向之夾角較小，偏移作用較為緩和，本船可順利在航道中央通過堤頭。

2. 本船掉頭位置應控制於迴船池中心附近，迴轉空間寬裕，避免西南風壓作用偏移船位。由於倒俥時舵效有限，可利用雙俥之單俥倒俥操控方式的搭配，輔助倒退控制方向。本船在順時針掉頭時，因船位已偏於迴船池中心西側，此時需保持船速有小量的向前移動，才不致使船尾太接近防波堤，而能有安全距離。

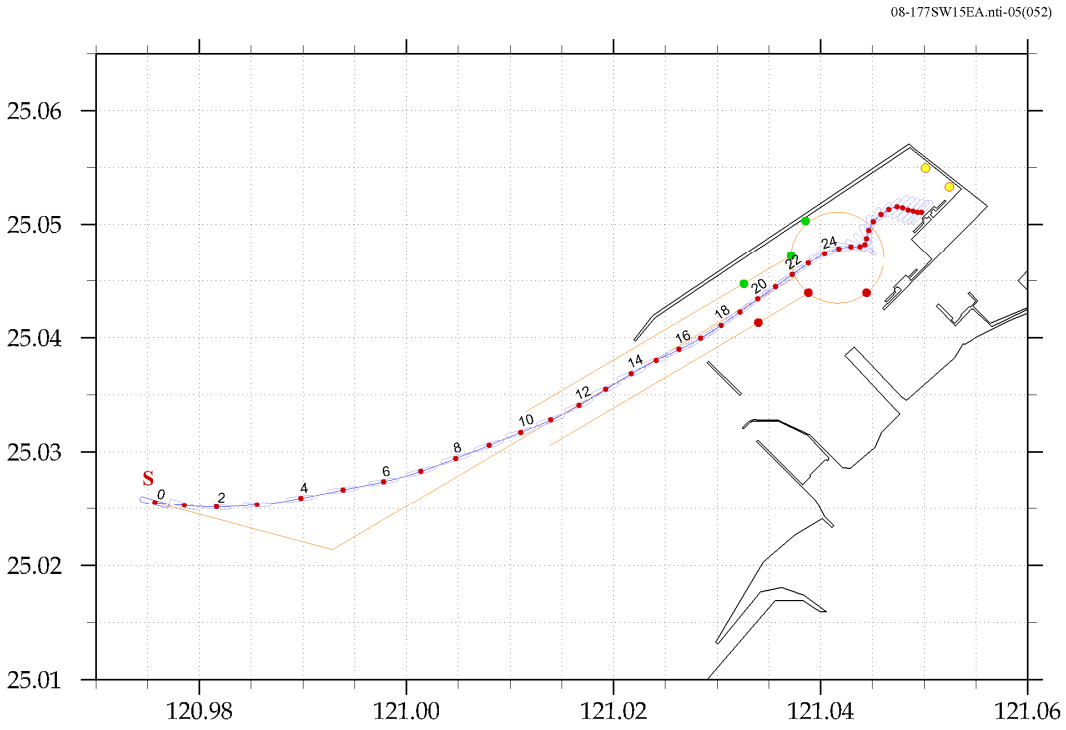

圖 7.9-1　編號 052 航次西南風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖

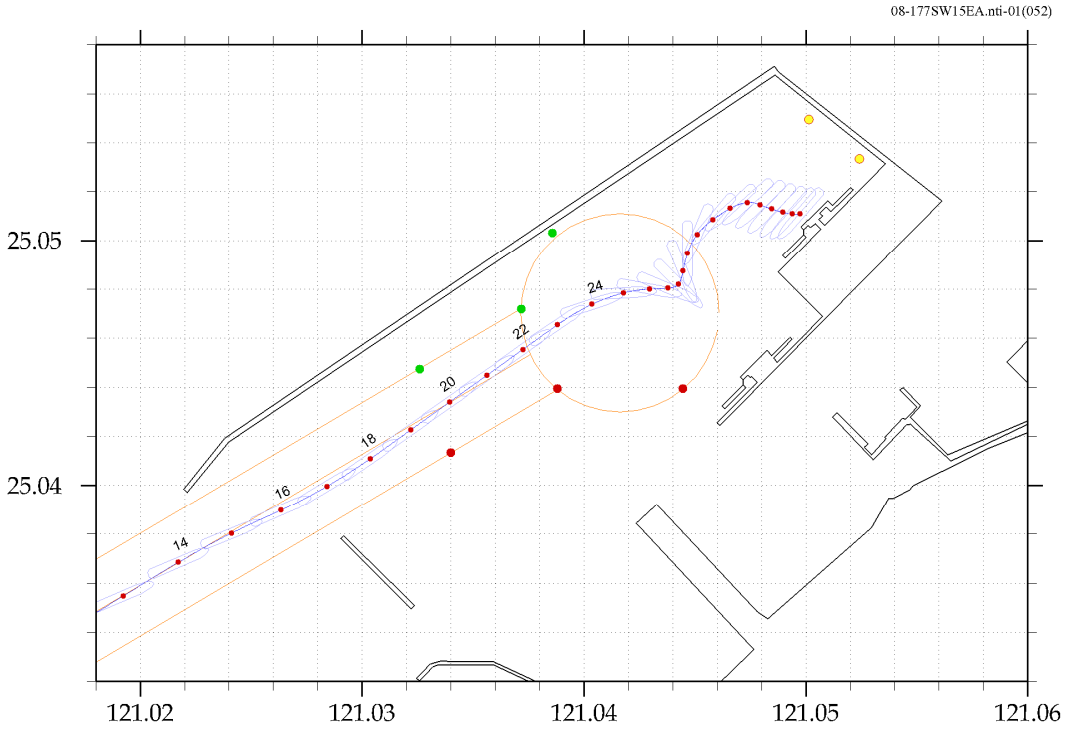

圖 7.9-2　編號 052 航次西南風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖

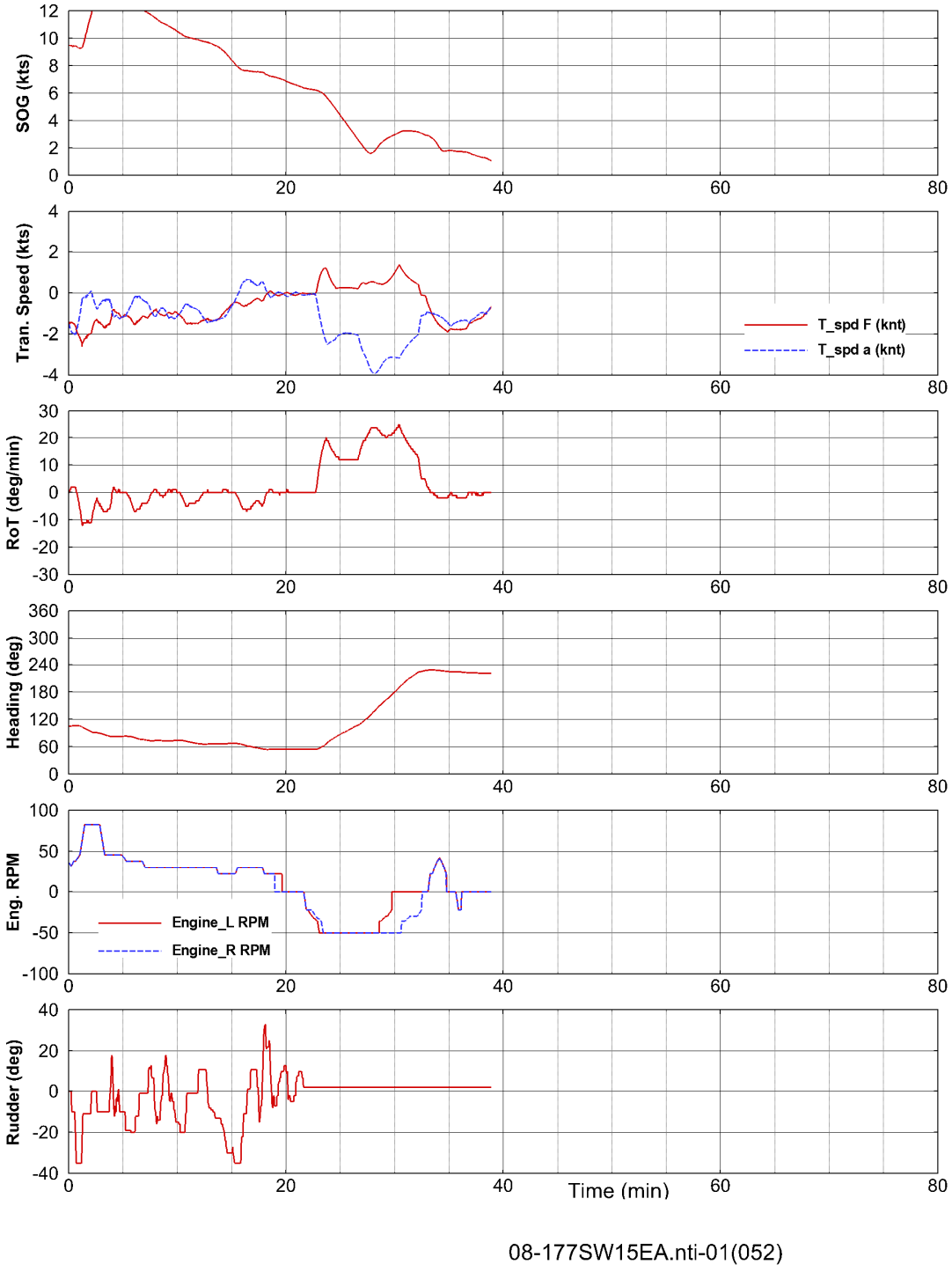

圖 7.9-3　編號 052 航次西南風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

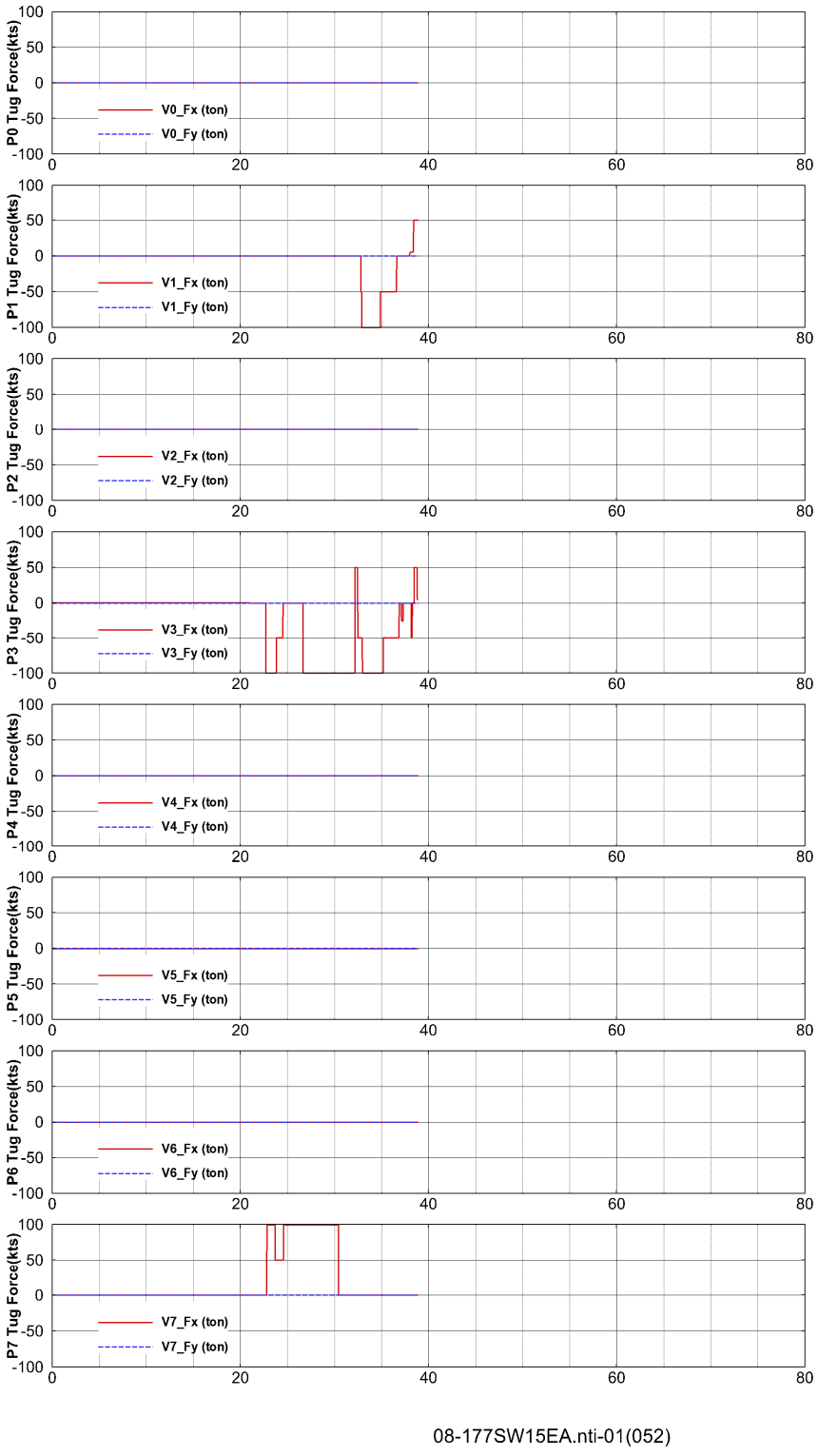

圖 7.9-4　編號 052 航次西南風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.10 LNG177 東北風漲潮-靠泊第一船席案例分析

7.10.1 靠泊成功-編號 061 航次

LNG177 船東北風 15m/sec 漲潮流條件進港靠泊第一船席，試驗設定條件同第 7.5.1 節 LNG216 船相同。圖 7.10-1 與圖 7.10-2 分別為編號 061 航次，進港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.10-3 與圖 7.10-4 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。本船啟動後，領港以半速進俥(HAH)航行，船速維持約 5～7 節航行。船艏向保持再 060～065 度之間，對著防波堤航道中央航行。16 分鐘時船位保持在進港中線。因受頂風頂流船速均維持在 7 節左右，足以維持舵效控制船位，保持船位在航道中線。26 分鐘時，通過防波堤時船速維持 7.4 節左右，斷續多次使用舵調整航向，避免船位偏移。34 分鐘進入迴船池，船速 5.0 節。33 分鐘時，本船停俥，36 分鐘開始慢倒俥(SAS)，船艏到達迴船池中央時，船速降至 4 節，左船艏及右船艉四艘拖船，均快俥頂，協助船艏順時針轉向，此時船速僅 2 節左右，使本船幾乎原地掉頭轉向，迴轉半徑非常小，掉頭之後，左船艏拖船移至右船艏，協助靠泊，最後完成本船靠泊。

頂風頂流情況下進港靠泊，舵效情況穩定，船速也不致太快，安全性較佳。順時針原地迴轉掉頭，風壓可增加本船迴轉之扭力。

操航試驗結果航行參數如圖 7.10-3 所示。操航分析與建議如下：

1. 本船在頂風頂流情況下進港靠泊，安全性較佳，也比較容易控制船位在迴船池中央附近掉頭。
2. 起始後，儘可能在防波堤 1 浬之前，將船位控制在航道中線上。
3. 本案例的船速、船位及掉頭都控制得宜，是相當不錯的進港模式，值得參考。

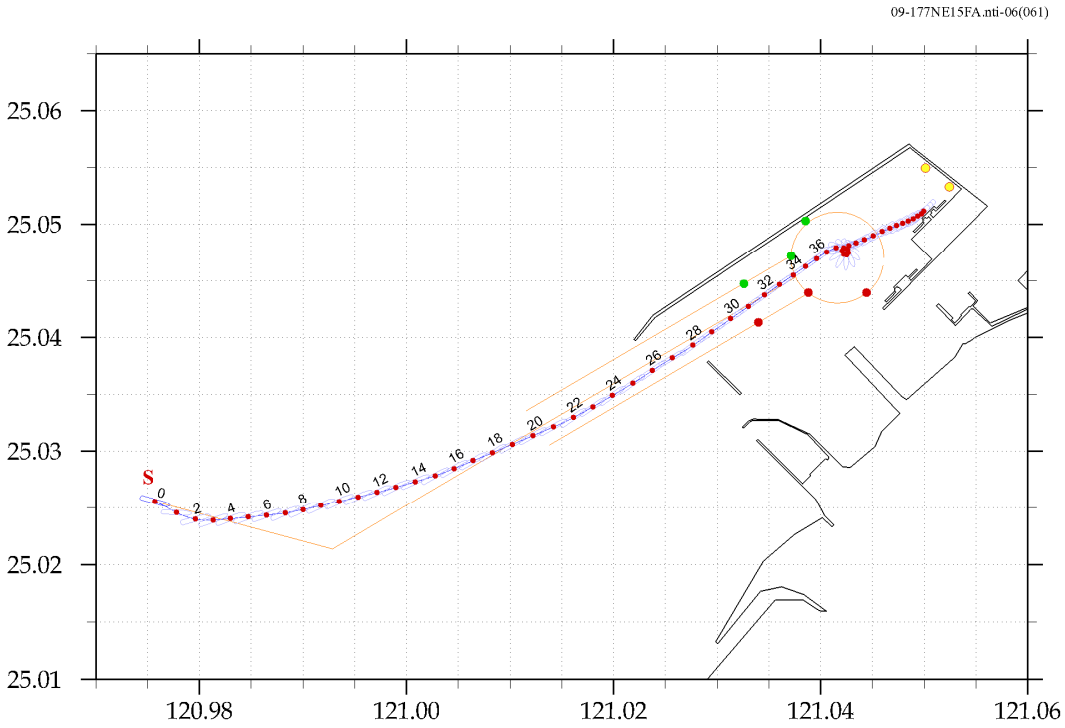

圖 7.10-1　編號 061 航次東北風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖

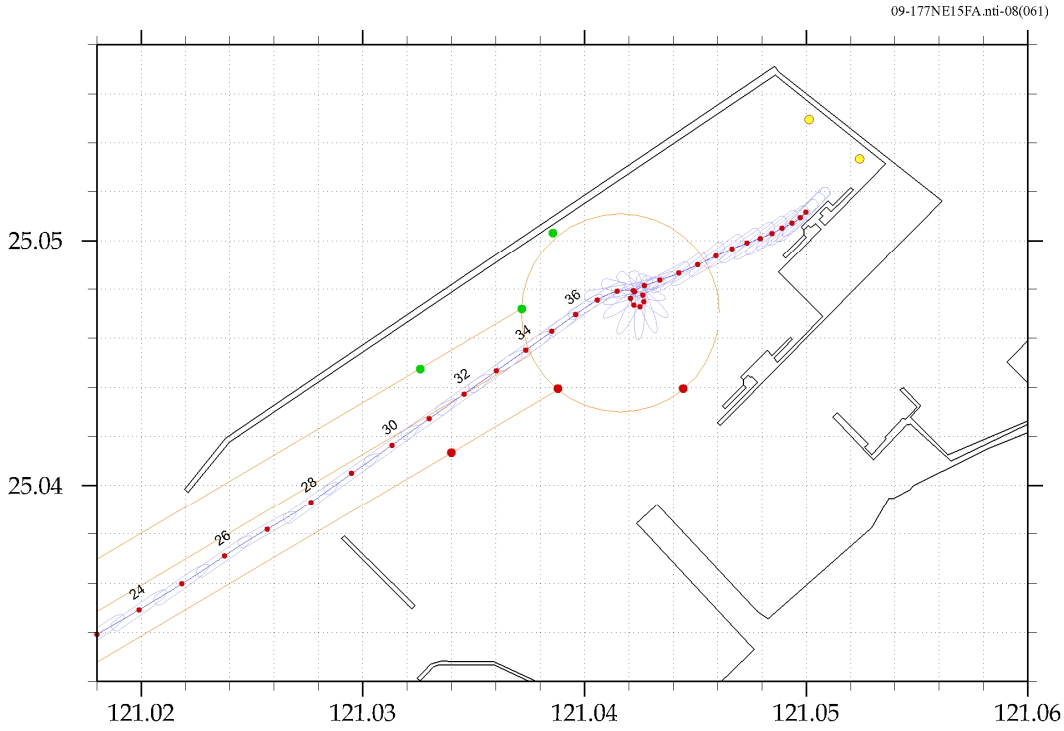

圖 7.10-2　編號 061 航次東北風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖

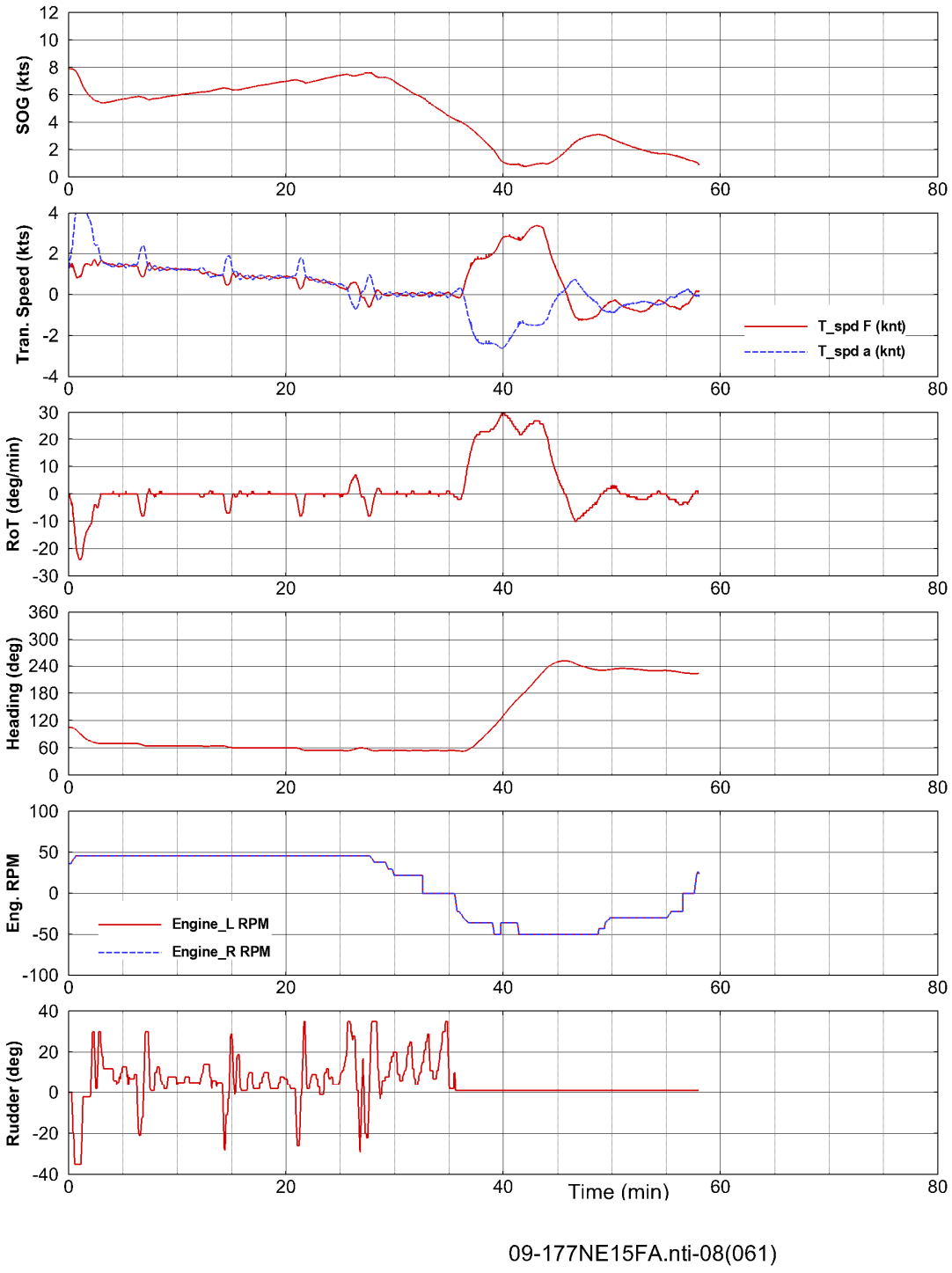

圖 7.10-3　編號 061 航次東北風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖

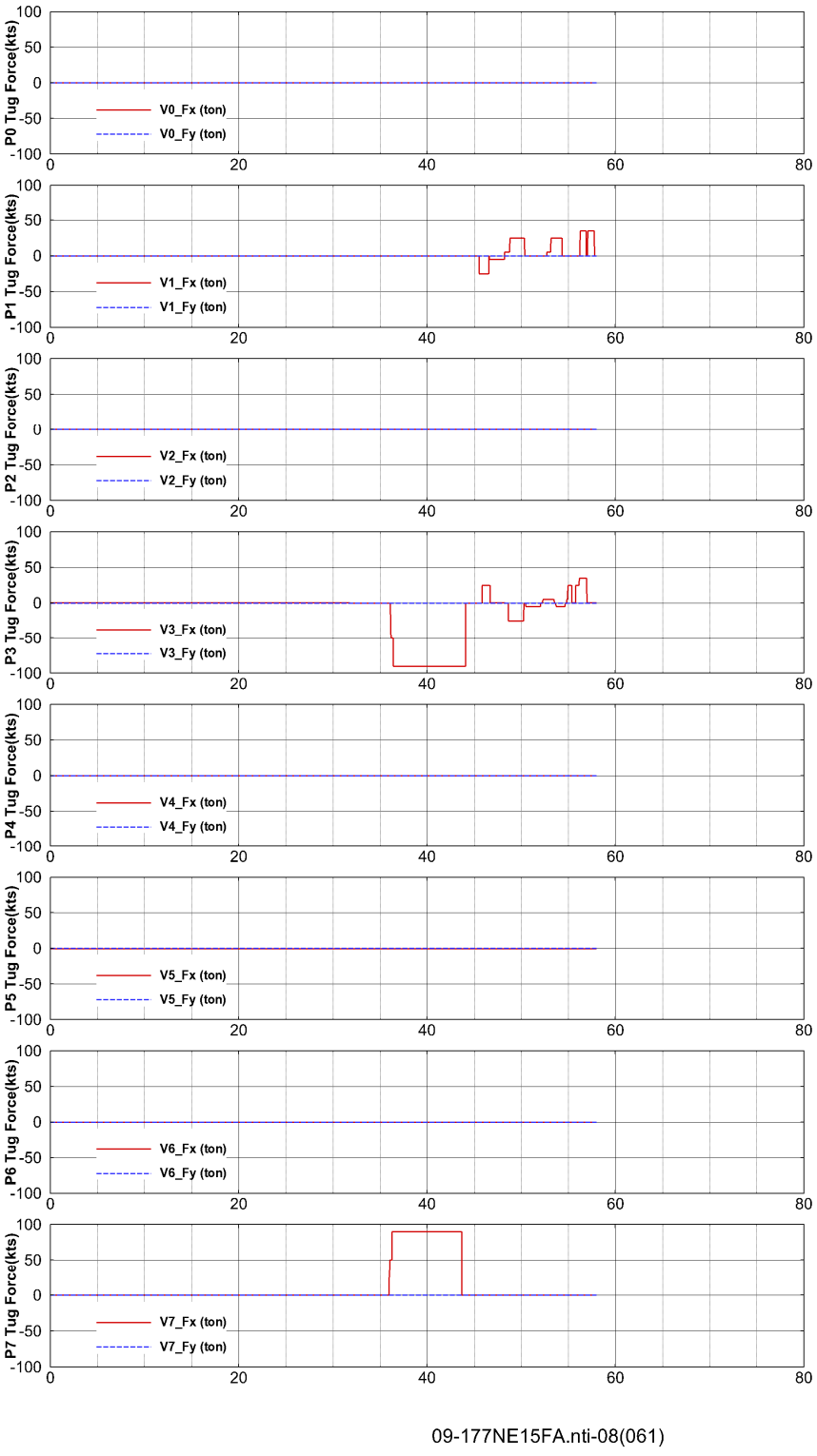

圖 7.10-4　編號 061 航次東北風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖

7.11 靠泊成功-編號 108 航次

LNG216 船西南風 15m/sec 退潮流條件進港靠泊第二船席，試驗設定條件同第 7.2.1 節靠泊第一船席相同。圖 7.11-1 與圖 7.11-2 分別為編號 108 航次進港靠泊第二船席，進港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.11-2 與圖 7.11-4 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。操航起始點位置、初始船艏、船速均依據標準設定。本船啟動後於港外航行時，本船航跡、用俥用舵方式與 7.2 節靠泊第一船席操作方式相似。進入堤口後必須船速控制與進入迴船池迴轉位置則需考量第二船席位置的影響。

本船 17 分鐘時通過北堤頭，航向 063 度，船速 8.0 節。25 分鐘進入迴船池船，船速 5.6 節。21 分鐘時，左船艏拖船向船艉方向及正船艉拖船均半快俥拉，協助降低船速。26 分鐘時，本船停俥，27 分鐘開始慢倒俥(SAS)，左船艏及右船艉同時以大俥頂，右船艏大俥拉，協助船艏順時針轉向，船艉不致超出第一船席的凸角。掉頭轉向後右船艏與右船艉拖船，兩艘拖船同時大俥頂，協助靠泊，最後完成本船靠泊，歷時 51 分。

操航試驗結果航行參數如圖 7.11-3 所示。操航分析與建議如下：

1. 本船靠泊第二船席，在掉頭時，建議儘量保持船艏不要超過迴船池中心以北，避免西南風作用，使船艉碰撞到第一船席的凸角。
2. 未來增建第二船席時，建議第二船席迴船池紅色浮標以南及北緯 25°02'50"以北之水域，浚深至水深 18 公尺，並將迴船池紅色浮標南移至 25°02'50"緯度線上，以增加本船迴旋空間，否則本船在接近第二船席時，距離紅色浮標太近，可能發生碰撞浮標之危險。

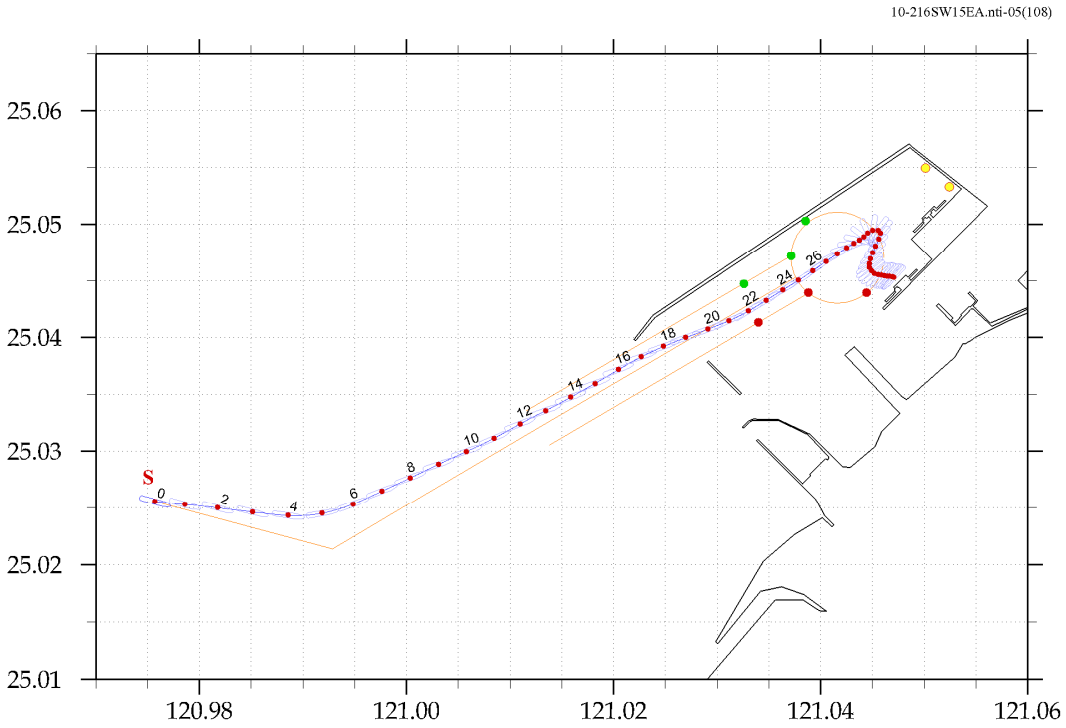

圖 7.11-1　編號 108 航次西南風退潮靠泊第二船席-全程航跡圖

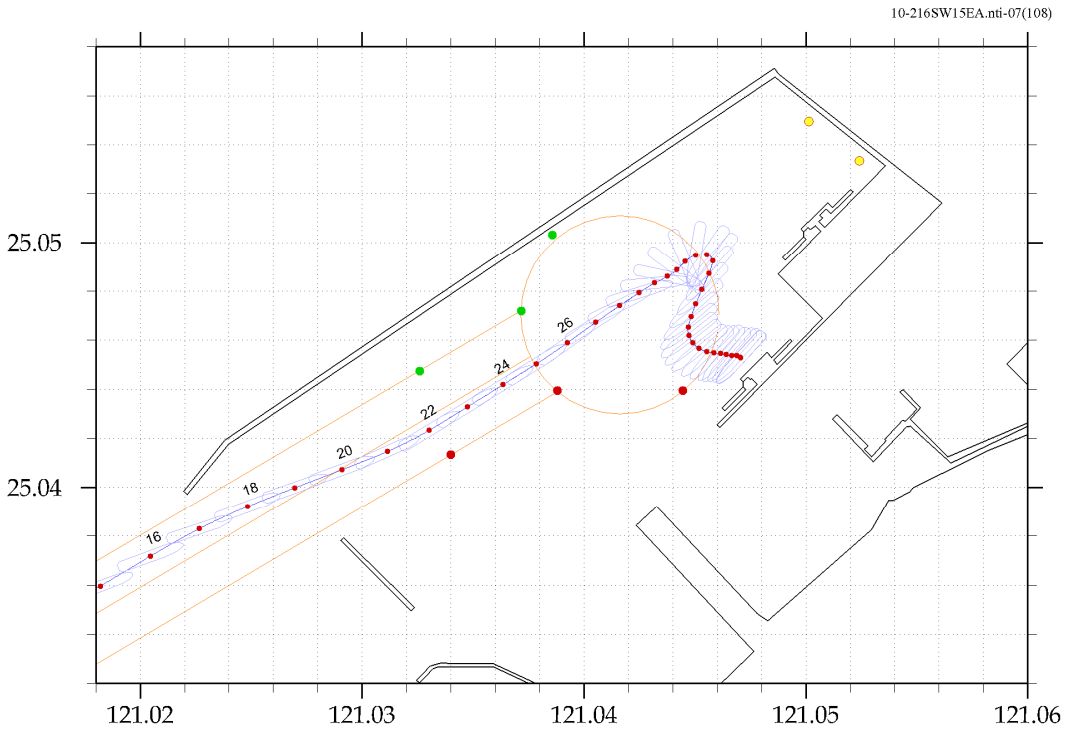

圖 7.11-2　編號 108 航次西南風退潮靠泊第二船席-放大航跡圖

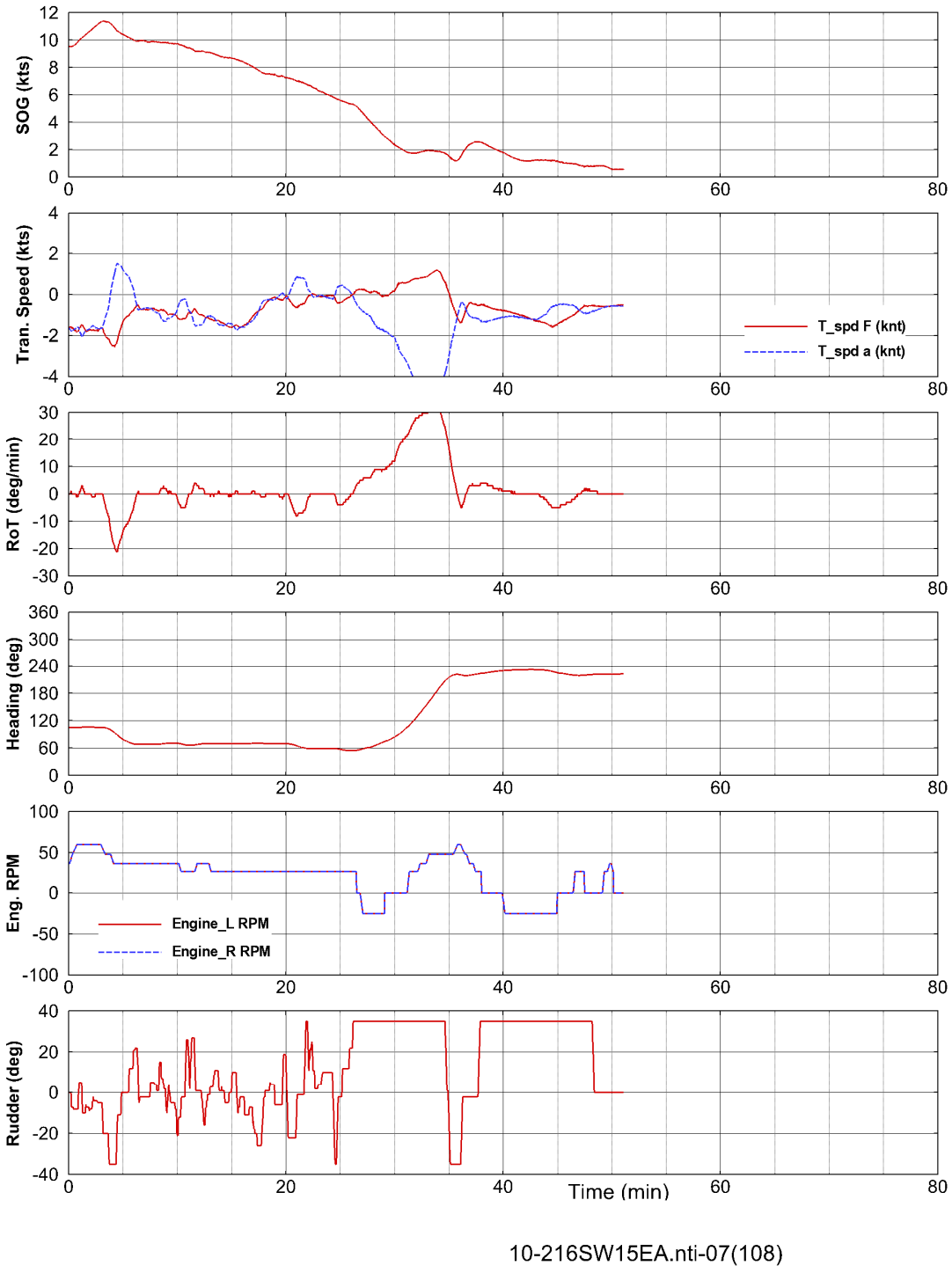

圖 7.11-3　編號 108 航次西南風退潮靠泊第二船席-航行參數時序圖

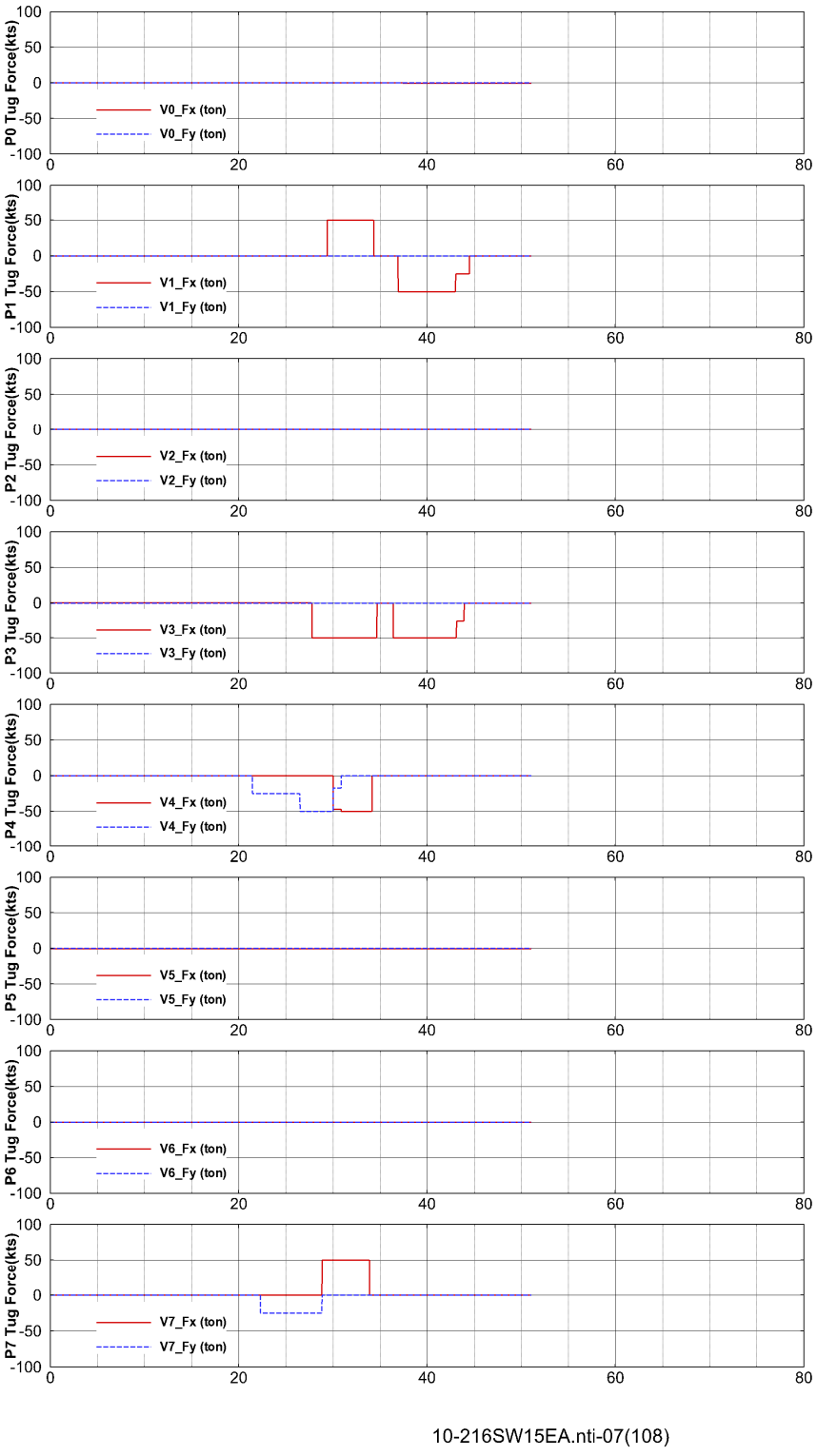

圖 7.11-4　編號 108 航次西南風退潮靠泊第二船席-拖船施力時序圖

7.11.2 靠泊成功-編號 116 航次

LNG216 船西南風 15m/sec 退潮流條件進港靠泊第二船席，試驗設定條件同第 7.2.1 節靠泊第一船席相同。圖 7.11-5 與圖 7.11-6 分別為編號 116 航次，進港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.11-7 與圖 7.11-8 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。本船啟動後，領港以半速進俥(HAH)航行 7 分鐘，船速維持約 9～10 節航行。8～14 分鐘減速為慢速進俥(SAH)，約 9 節航行，開始左舵左轉，船艏向約 065 度，對著防波堤航道中央航行，受西南風風壓與退潮流影響，使船位稍微往左偏離進港中線。本船 16 分鐘時通過北堤頭，航向 054 度，船速 9.1 節。船位維持在中線。21 分鐘時本船停俥，23～29 分鐘慢倒俥(SAS)。24 分鐘進入迴船池，船速 6.2 節。正船艏、右船艏、正船艉與右船艉共配置 4 艘拖船協助迴轉掉頭。掉頭後，依賴船艏及船艉拖船，逐漸將船身平行推至第二船席邊，最後成功完成停泊，歷時 43 分。

操航試驗結果航行參數如圖 7.11-7 所示。操航分析與建議如下：

1. 本船靠泊第二船席，在掉頭時，建議儘量保持船艏不要超過迴船池中心以北，避免風、流作用，使船艉碰撞到第一船席的凸角。
2. 在靠泊第二船席時，須注意第一船席的凸角及迴船池的紅色浮標，船位必須與兩者保持適當距離。因為風、流作用，本船必須能在船艏到達迴船池中央時，將船速降到 2 節以下，否則順時針掉頭時，船艉會碰撞到第一船席的凸角。29 分鐘，船速降至最低 0.029 節。
3. 本案例的船速、船位及掉頭都控制得宜，是相當不錯的進港模式，值得參考。

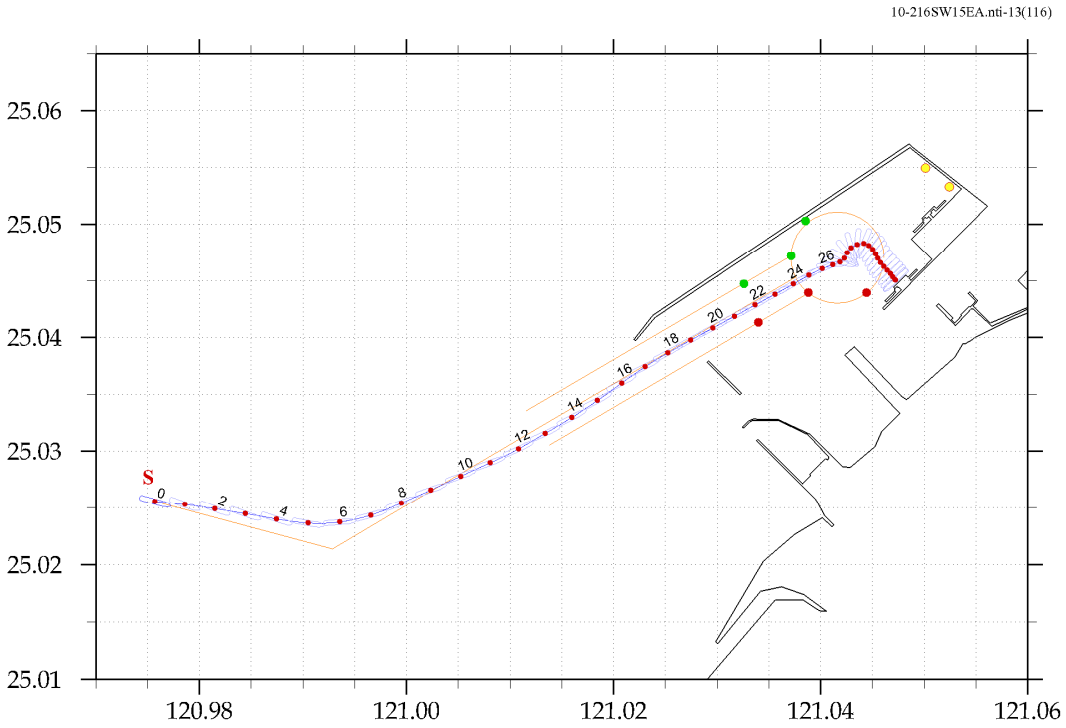

圖 7.11-5　編號 116 航次西南風退潮靠泊第二船席-全程航跡圖

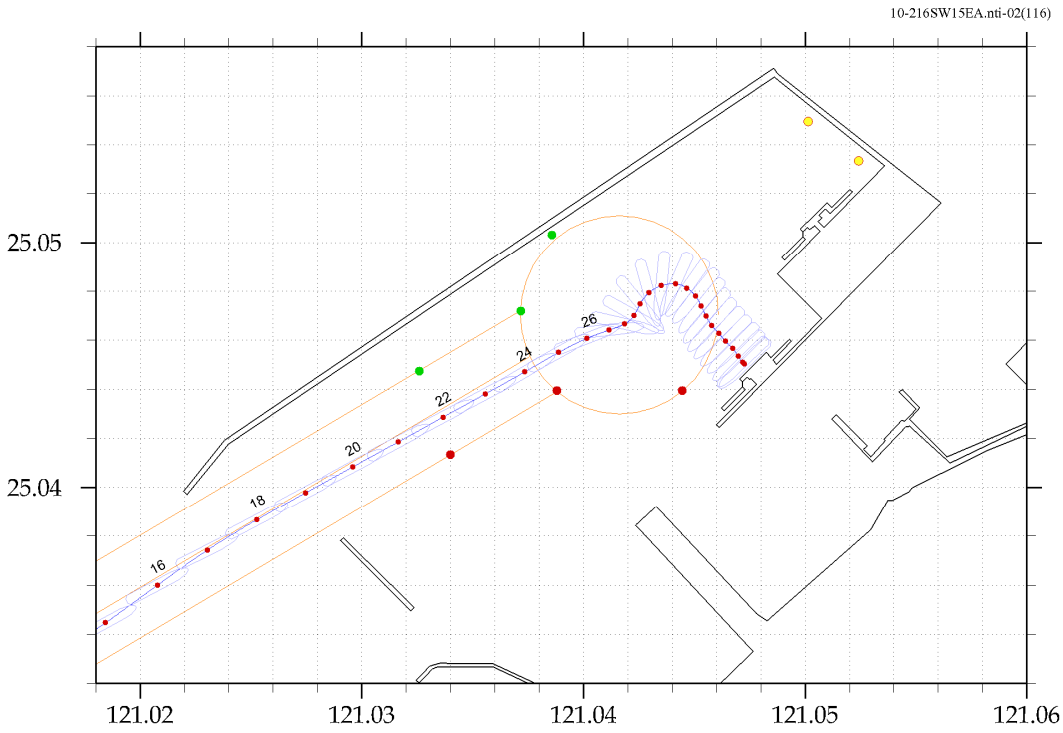

圖 7.11-6　編號 116 航次西南風退潮靠泊第二船席-放大航跡圖

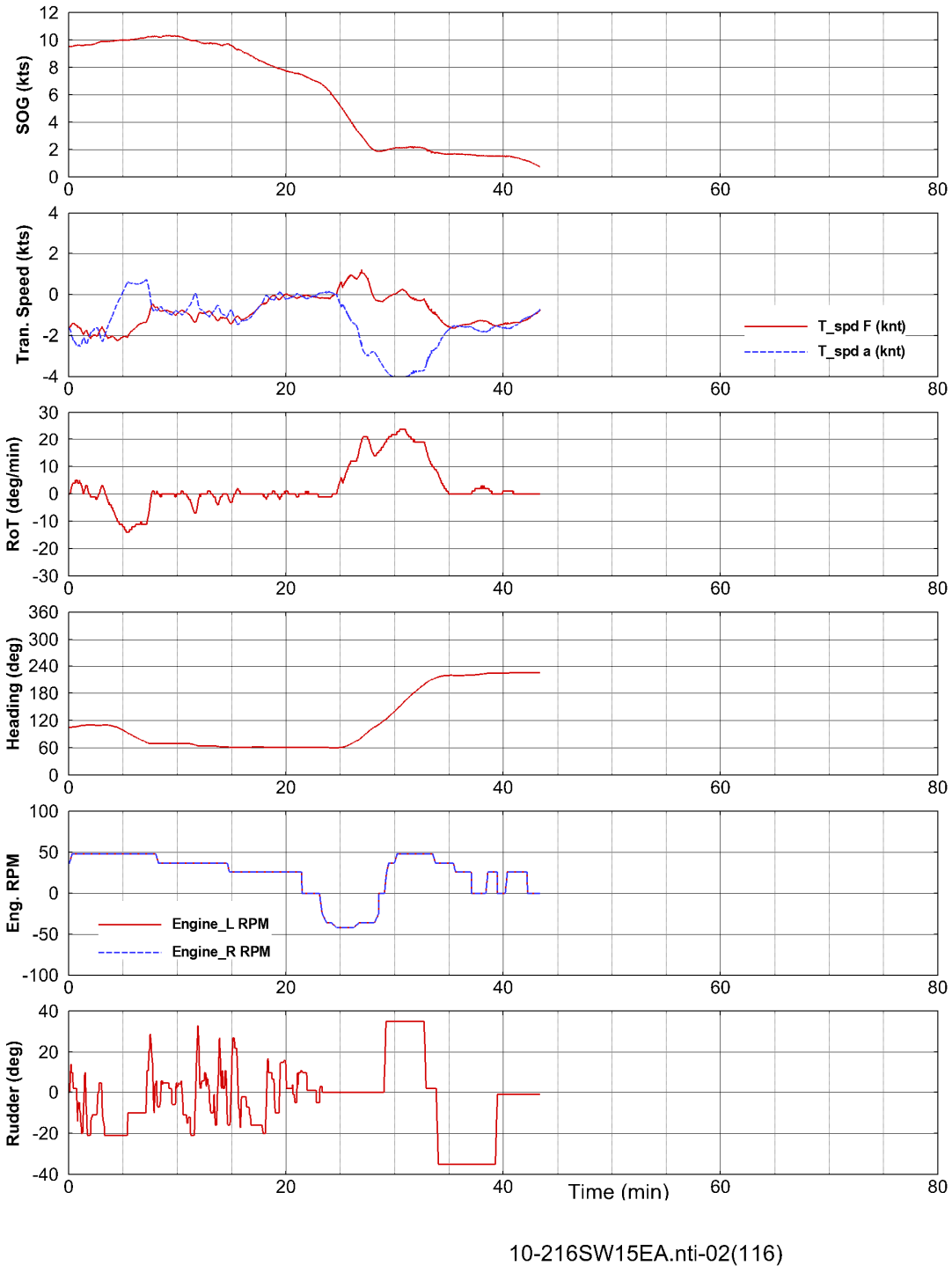

圖 7.11-7　編號 116 航次西南風退潮靠泊第二船席-航行參數時序圖

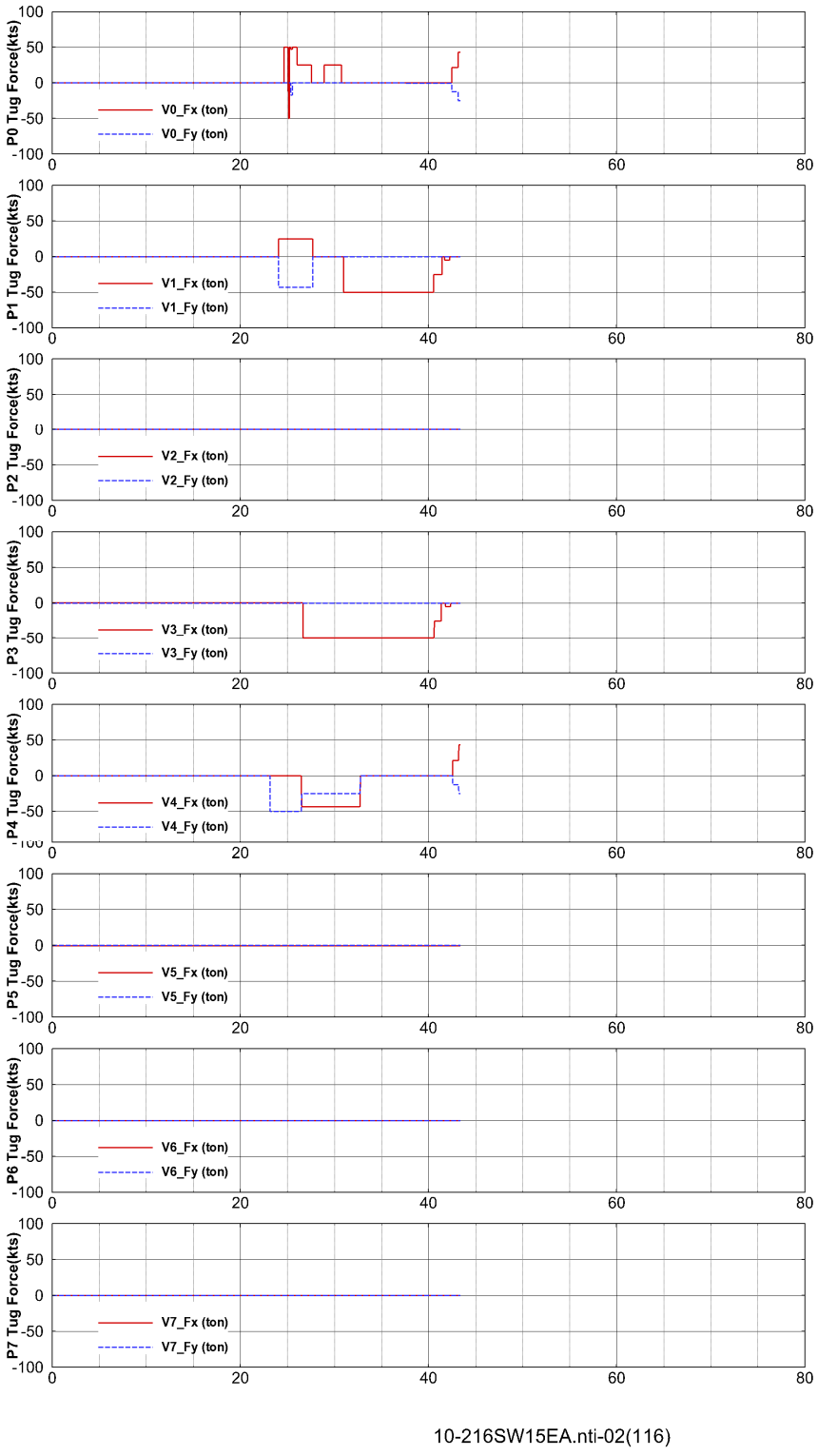

圖 7.11-8　編號 116 航次西南風退潮靠泊第二船席-拖船施力時序圖

7.11.3 靠泊失效-編號 104 航次

LNG216 船西南風 15m/sec 退潮流條件進港靠泊第二船席，試驗設定條件同第 7.2.1 節靠泊第一船席相同。圖 7.11-9 與圖 7.11-10 分別為編號 104 航次，進港操航試驗結果全程航跡圖與堤口全程航跡圖。圖 7.11-11 與圖 7.11-12 則分別為對應航行參數時序圖與拖船施力時序圖。本船啟動後，領港以慢速進俥(SAH)航行 16 分鐘，船速維持約 9 節航行，17～19 分鐘，減速為最慢速進俥(DSAH)，減為約 8 節航行。因受西南風吹襲，右舷船艉受風，過程中，因修正船艏向須不斷用舵，通過防波堤時船速仍維持 9 節左右，斷續多次使用舵調整航向，避免船位偏移。本船 17 分鐘時通過北堤頭，航向 060 度，船速 9 節。19～23 分鐘，本船停俥，24～25 分鐘慢速倒俥(SAS)，25 分鐘進入迴船池，船速 5.7 節。27 分鐘正船艉拖船，7 點鐘方向大俥拉，降低船速與協助轉向，右船艉拖船大俥頂，協助船艏順時針轉向。但因為西南風風壓作用，船配置不當致使迴轉掉頭時船位往下風偏移過大，最後碰撞結束本船操航。

操航試驗結果航行參數如圖 7.11-11 所示。操航分析與建議如下：

1. 本船雖配置 4 艘拖船，但掉頭時僅使用兩艘拖船協助推頂，掉頭速度太慢。建議使用 4 艘拖船協助掉頭，本船雙俥亦能幫助轉向。本案例若能提早完成掉頭，受西南風往北推移的影響即可降低，可能即可避免船艉碰撞到第一船席的凸角。

2. 本船靠泊第二船席，在掉頭時，建議儘量保持船艏保持在迴船池中心掉頭，避免風、流作用，使船艉碰撞到第一船席的凸角。

3. 在靠泊第二船席時，須注意第一船席的凸角及迴船池的紅色浮標，船位必須與兩者保持適當距離。因為風、流作用，本船必須能在船艏到達迴船池中央時，將船速降到 2 節以下，此次操航應該在掉完頭之後立即，加俥阻抗風流作用，僅加俥至半速進俥(HAH)，稍嫌不足，另外，在船艉未完全 clear 之前，36～37 分鐘，拖船大車頂，也是非常關鍵因素。

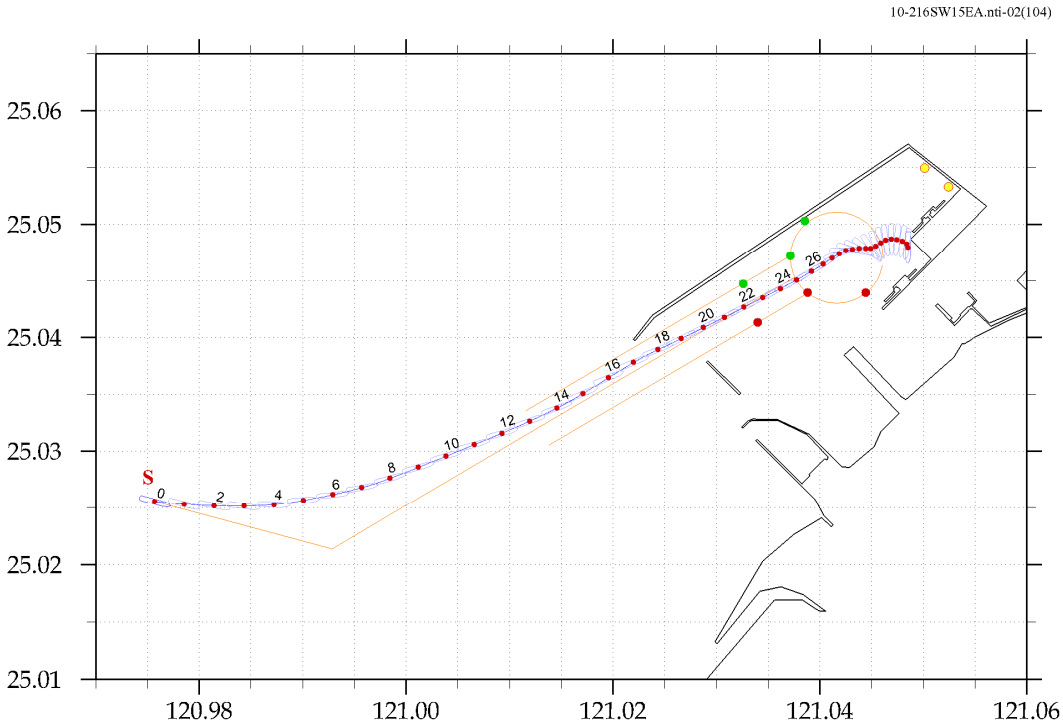

圖 7.11-9　編號 104 航次西南風退潮靠泊第二船席-全程航跡圖

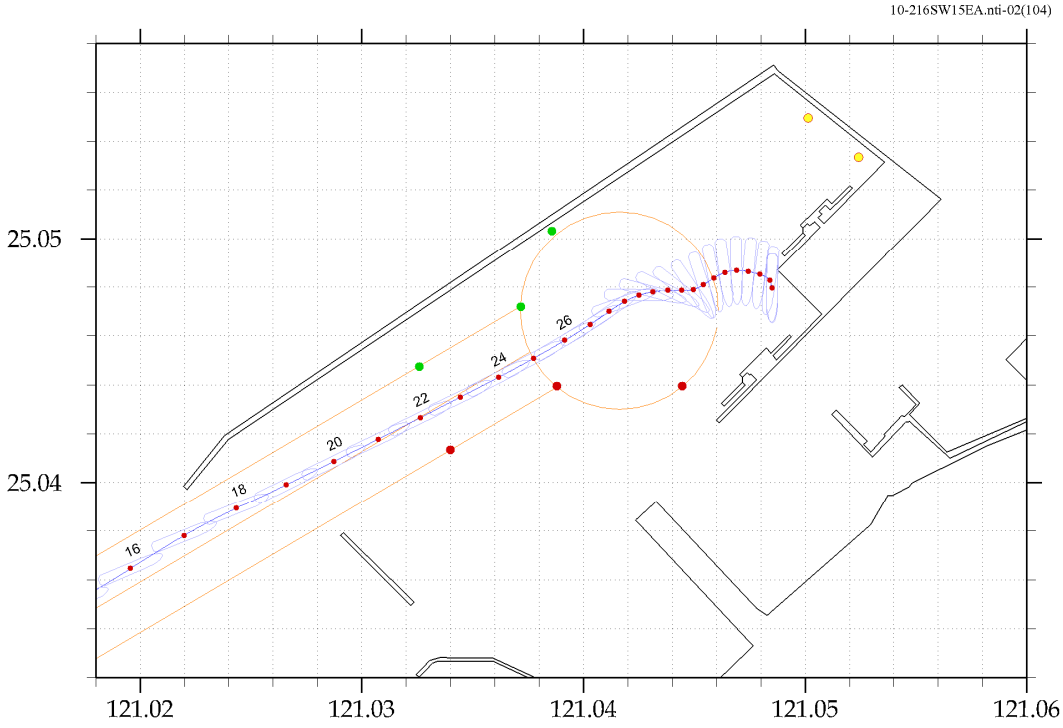

圖 7.11-10　編號 104 航次西南風退潮靠泊第二船席-放大航跡圖

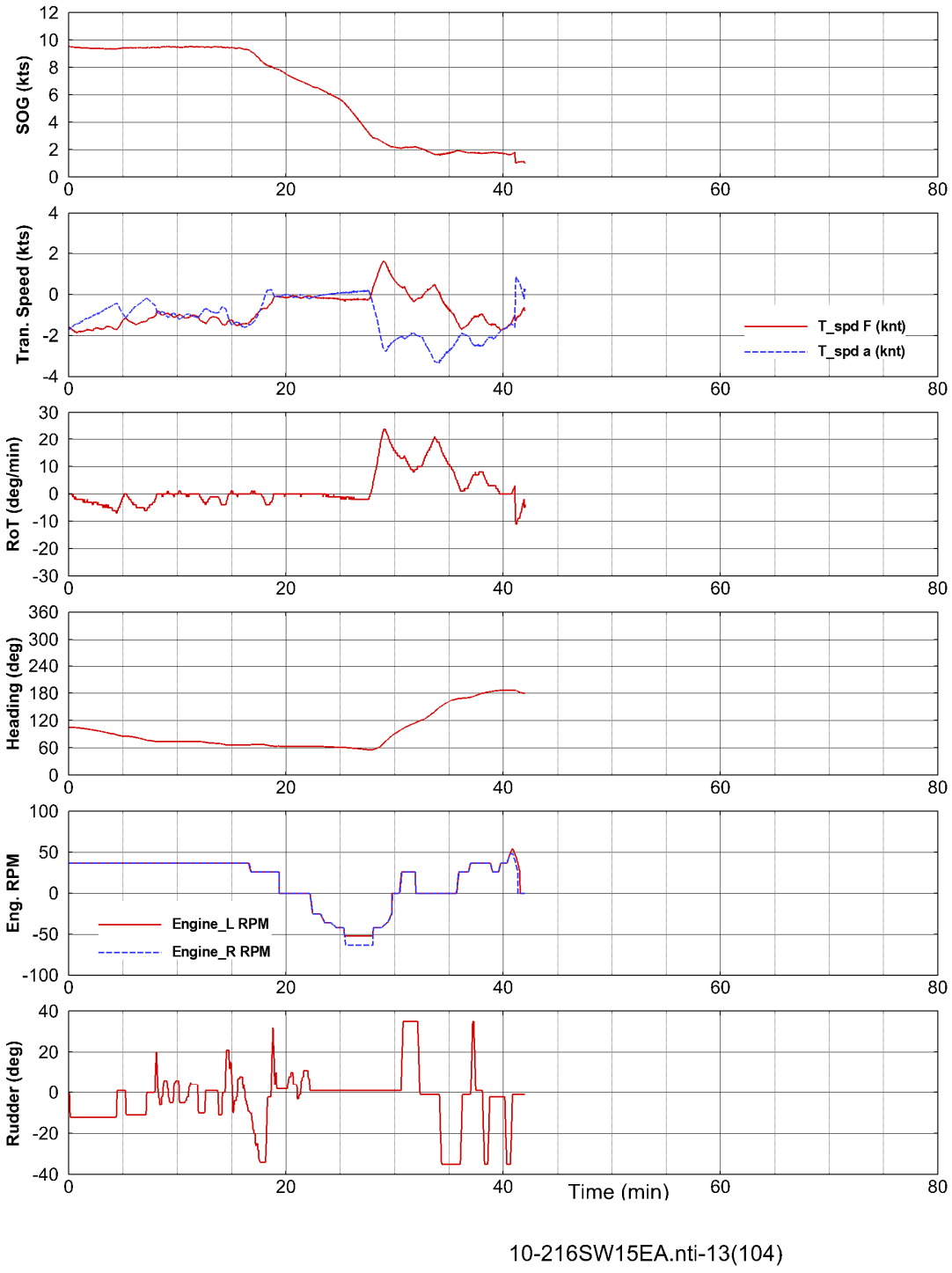

圖 7.11-11　編號 104 航次西南風退潮靠泊第二船席-航行參數時序圖

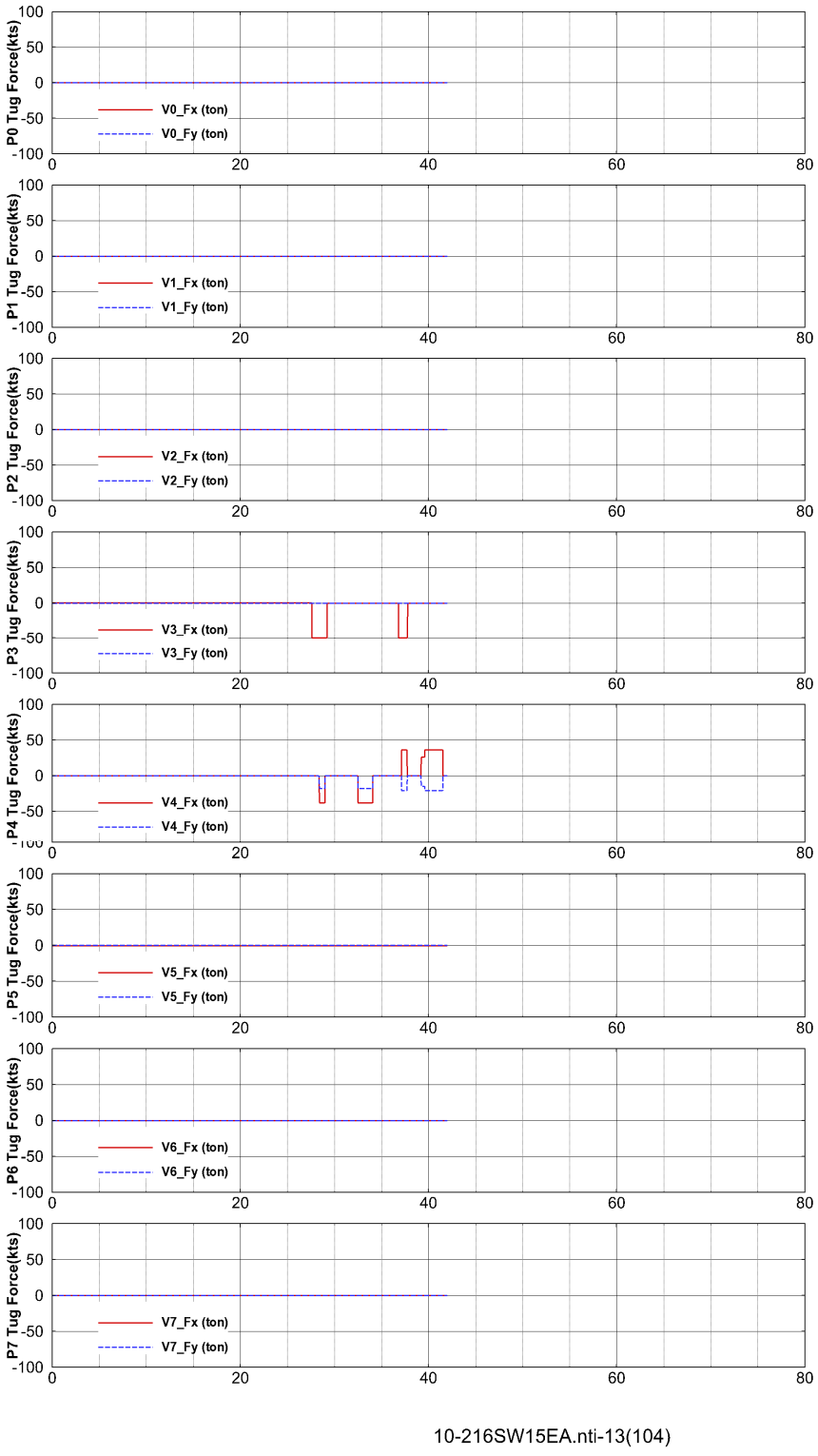

圖 7.11-12　編號 104 航次西南風退潮靠泊第二船席-拖船施力時序圖