

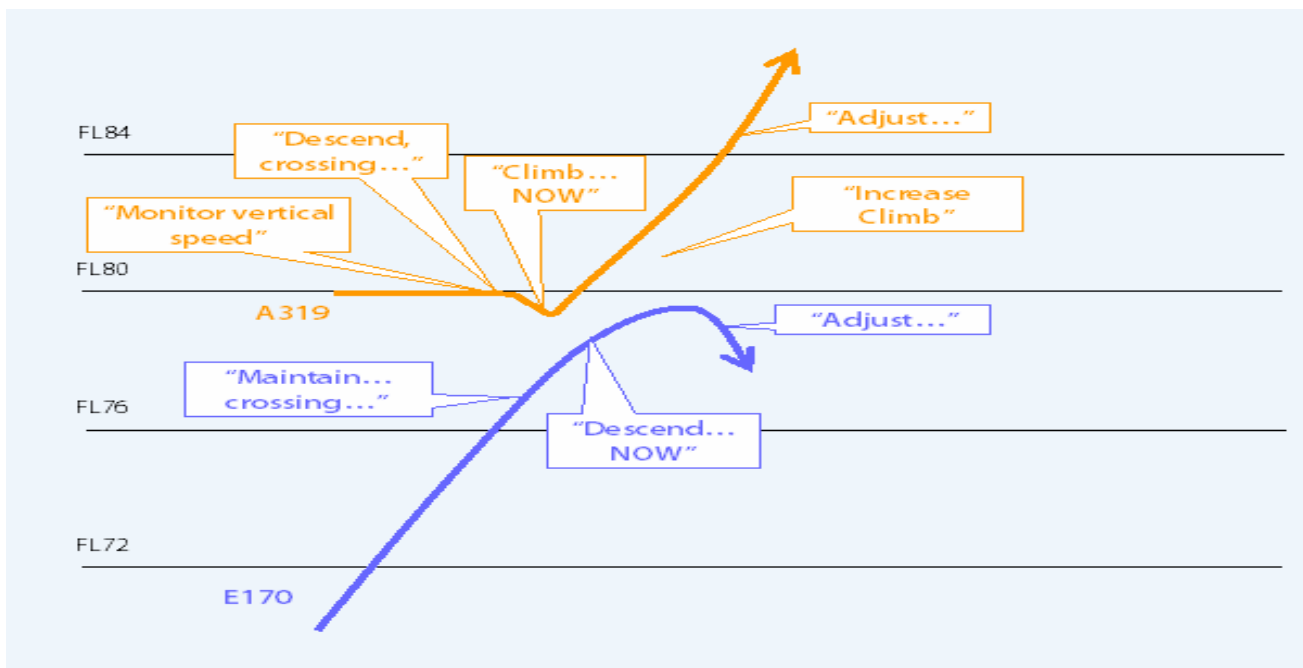
ACAS II Bulletin No. 13 — 衝突回避のための RA 反転

1. はじめに

Eurocontrol ACAS II Bulletin No.13 は衝突回避のための RA 反転について書かれています。RA の反転は、RA 発生ケースの 1-2% という、多くはない現象ですが、正確に従わないと空中衝突に至ると思われる事例もあります。

2. RA 反転に正確に従った例

出発機 Embraer E170 は FL70 に上昇中で、出発管制席と通信設定をしていました。同じころ到着機 A319 が対向する関係にあり、FL80 で水平飛行を行っており、TMA 管制の周波数を維持していました。E170 が TMA 管制に移管されたとき、管制官が 2 機が対向する関係にあることを忘れ、E170 に FL90 まで上昇する指示を出しました。



2 機が水平距離 5.5 nm 垂直間隔 900 ft まで接近したとき、両機に TA が出ました。その 13 秒後、A319 には “Monitor Vertical Speed” の RA が出ました。水平飛行を行っていたので「衝突を避けるために水平飛行を維持せよ」という意味となります。E170 には “Maintain Vertical Speed, Crossing Maintain” の RA が出ました。E170 は上昇中でしたので「関係機の FL を突っ切るが上昇率を維持せよ」と意味となります。1 秒もしないうちに A319 の RA は “Descend Crossing, Crossing” に変わりました。

同時に管制官は E170 に「上昇を中止し、130 度の右旋回を行え」と指示しました。E170 のパイロットは旋回を行わず、管制官に RA に従っていると通報しました。A319 のパイロットは、管制官より状況確認を求められ、RA 作動を報告しました。

両機が 3 nm、200 ft まで接近したとき TCAS は、その時点では RA では再接近時の垂直間隔が十分ではないと判断し、RA を反転させました。E170 には “Descend Descend, Now” が出て、A319 には “Climb Climb, Now” が出ました。双方のパイロットは反転した RA に従いました。

その 5 秒後、A319 の RA は “Increase Climb” に変わり、これも迅速に従われました。両機が RA に従った結果、垂直間隔が確保され 2 機の RA は “Adjust Vertical Speed, Adjust” となり、計器表示上は、上昇/降下率ゼロとして良いと出ていました。まもなく 2 機は水平距離 0.15 nm 垂直間隔 1,370 ft で交差しました。最初に RA が出てから 30 秒で両機に “Clear of Conflict” が出て一件落着となりました。

3. 一方の機が RA に従わなかったため反転 RA が出た例

B777 が FL300 で南に向かっており、MD80 は FL290 で東に向かっていて、両機は交差する関係にありました。管制官は MD80 に「要求したレベルは FL310 か」と聞きました。MD80 のパイロットは “Roger, climbing FL310.” と返答し、上昇を始めました。管制官はこの不適切な返答に気づきませんでした。



MD80 が FL293 を通過したとき、管制席で Short Time Conflict Alert が作動し、間隔が適正でないとして示しました。管制官は MD80 に「直ちに FL290 に降下せよ」と指示し、関係機の位置を伝えました。MD80 からは意味不明の返答しかなく、MD80 の上昇に変化は見られませんでした。

そこで管制官は B777 に FL310 に上昇する指示を出し、関係機の情報を伝えました。B777 は一度確認を求めたので、管制官は「FL310 に速やかに上昇せよ」と再送し、左旋回 30 度の指示を加えました。B777 はこれらの指示に忠実に従いました。そのとき MD80 は FL303 に達しており、管制官は MD80 に FL300 への降下と左旋回 30 度の指示を出し、今回は正しい復唱がありました。

MD80 の上昇率は小さくなり、FL306 で僅かの間水平飛行となりました。そのとき B777 は上昇を始め、FL302 を通過中でした。

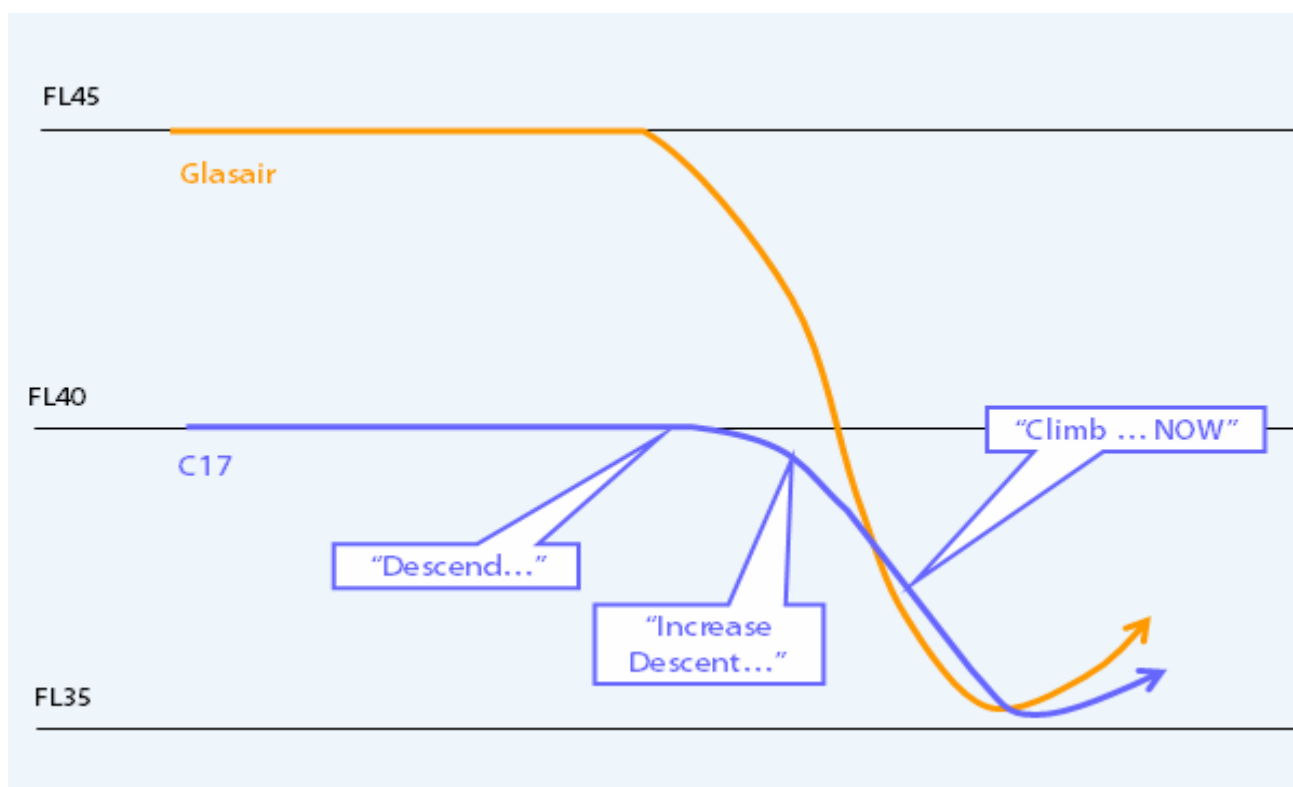
2機の距離は5 nm でB777には“Descend” RA が出て、MD80には“Climb” RA が出ました。B777は上昇を止めてRAに従って降下を始め、MD80のパイロットは、RAを無視し、管制官からの最後の指示に従って降下しました。両機が降下した結果、間隔は急激に小さくなっていきました。

B777のRAは“Increase Descent”に変わり、パイロットは2,500 ft/minに降下率を大きくしました。不可解なことにMD80も降下率を大きくしました。両機がFL288を通過したときRAの反転が起こり、B777のRAは“Climb Climb, Now”となり、MD80のRAは“Maintain Vertical Speed, Maintain”となり降下率を維持するものとなりました。

B777が降下から上昇に移りはじめたころ“Clear of Conflict”が表示され危険が去ったことを示しました。水平距離2 nm、垂直間隔ちょうど100 ftの交差でした。RA発生直前に管制官から出された旋回指示によって水平方向の距離が大きくなり、衝突危険性を小さくしたものと判断されています。

4. VFR機に関係した反転RAの実例

昼間で視程20 kmの良い天候の中での事例です。軍用4発ジェット輸送機C17が着陸の順番を待つためFL40で待機経路内で磁方位220に旋回していました。管制官はC17に単独場外飛行の単発訓練機Glasairが10-11時方向、FL45を飛んでいると伝えました。Glasairは、Mode S Transponderを搭載していますが、TCASはなく、ATCに通信設定もしていませんでした。



C17のパイロットはGlasairを視認していませんでしたが、TCAS Traffic Displayの表示は管制官からの情報と一致することは分かりました。その訓練生は少し前にC17を見つけしており、同高度を飛んでいると判断しました。訓練生は、旋回するとC17が見えなくなるので、降下して回避することを選択しました。

TA が出はじめて 10 秒後、2 機の間隔は水平方向 2.2 nm、垂直方向 500 ft に減少していました。Glasair の方が上に位置しており C17 に “Descend” RA が出ました。その 7 秒後、C17 が降下を開始してまもなく、RA が 2,500 ft/min を要求する “Increase Descent” に変わりました。2 機が更に近づき C17 は降下率を大きくしましたが、Glasair はまだ C17 より上にも関わらず、3,000 ft/min を超える急激な降下に入りました。

12 秒後 C17 は 2,000 ft/min で降下しており、両機の距離は 1.2 nm まで小さくなり、Glasair の方が下になりました。その時点で C17 の RA は 1,500 ft/min の上昇を求める “Climb Climb, Now” に変わりました。C17 のパイロットは反転した RA に従う操作を始めました。この操作を始めてすぐ、C17 の真下を Glasair が通過しました。最近接点は、垂直方向 26 ft、水平方向 0.05 nm (92 m) と解析されました。C17 の全高 55 ft、翼幅 52 m を考えると、本当に間一髪と言えます。

C17 の乗員 5 名は関係機を目視に努めていましたが、RA が反転し上昇に移って初めて Glasair を見つけました。その直後に Glasair は C17 の真下を通過しました。

5. See and Avoid について

今回の Bulletin の内容ではありませんが、目視による衝突回避の要点を 2 つ取り上げます。

「動かない飛行機はぶつかる」

動かないように見える相手機は衝突コースにあります。相対位置関係で必ずしも正面とは限りません。同速度で 90 度の角度で衝突する関係では、相手機は斜め 45 度の位置で動かず、大きさもしばらく変わらないように見えますが、衝突の直前に急に大きくなります。Glasair の訓練生が、C17 を連続して視認できる 15-20 度のバンクで旋回しながら降下操作を加えていれば、間一髪という事態にはならなかったかと思われます。

「動かない飛行機は発見が難しい」

C17 の乗員 5 名が TCAS TA が出たすぐ発見に努めても、再接近直前まで小型機を見つけられませんでした。多少動く物体は見つけやすいのですが、動かない飛行機を発見するには、視点の移動を工夫する必要があります。小型機の場合は発見されないケースが少なくないようです。

6. 学ぶべき事項

RA が出たとき、パイロットは RA が反転する可能性を念頭に置き、2.5 秒以内に従う心づもりが必要です。反転の RA “Climb Now” “Descend Now” は上昇/降下率 1,500 ft/min を求めるものです。

2 機に連携して作動する Coordinated RA は、2 機とも TCAS を装備し、作動させている必要があります。それ以外の RA は他機のトランスポンダー (Mode S または Mode A/C) が高度情報を送信していれば作動します。

TCAS を装備していない航空機は、目視判断または ATC 指示に従った回避操作をする可能性があります。この種の回避操作は TCAS RA と連携していないため、TCAS 装備機において反転 RA が出ることがあります。