

Auto & Motor
TECHNIEK

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

VEILIGHEID

Botsproef in het Volvo Cars Safety Centre

De theorie van de veilige auto is eenvoudig. Maak hem zwaar, dat botst fijn, en maak hem groot, dan is er veel ruimte voor deformatie. Het wordt moeilijker als je opdracht krijgt een compacte S40 te ontwerpen die net zo veilig is als de grote S80. AMT keek mee tijdens een praktijkexamen van de nieuwe Volvo S40.



Volvo's kleinste groot in veiligheid

"Stel je voor: Het stoplicht springt op groen en je trekt rustig op. Een zware Volvo XC90 negeert het rode licht en ramt zich met 50 km/h vol in de linkerflank van je nieuwe S40. De botsing duurt zes honderdste seconde. Maar wat daarna? Ga je dit ongeluk overleven? En zo ja welke verwondingen houdt je er aan over?"

"De XC90 is onze zwaarste auto", vertelt Mårten

Levenstam botsveiligheidsingenieur bij Volvo, "en de nieuwe S40 is onze lichtste. Toch mag de S40 in veiligheid niet onderdoen voor de S80 en dus moeten de inzittenden van een S40 een botsing met een SUV als de XC90 goed kunnen doorstaan. Hun verwondingen mogen niet erger zijn dan een paar blauwe plekken en wat duizeligheid, dus niets blijvends en niets ernstigs."

Slim construeren

We zijn in het Volvo Cars Safety Centre, waar alles en iedereen zich voorbereid op een botsproef. Op de vaste baan staat een mat oranje Volvo XC90. Samen met zijn inzittenden, twee dummies, weegt de auto zo'n 2300 kg. Een kabel in de vloer gaat de zware SUV straks op exact het juiste moment in beweging zetten. Loodrecht op de vaste baan staat de beweegbare baan. Daarop staat een eveneens mat oranje gespoten Volvo S40. Ook deze auto wordt bevolkt door twee dummies. Behalve de bestuurdersstoel is ook de linkerzitting van de achterbank bezet. Uiteraard dragen alle dummies netjes hun autogordels. Deze botsproef is er een van de 100 die de S40 ondergaat voordat hij op de markt komt. Daarnaast is er een veelvoud daarvan aan virtu-

Om bij een aanrijding zo te vervormen als de ontwerpers het graag zien, is de carrosserie van de Volvo S40 opgebouwd uit vier verschillende staalsoorten. Let op de 'rode' diagonale balken in de portieren, de gecombineerd 'geel-blauwe' B-stijl en de 'blauwe' middentunnel.

- Standaard staal
- Hoge sterkte staal
- Extra hoge sterkte staal
- Ultra hoge sterkte staal





“Net zo veilig als grote broer S80.” Met die opdracht gingen de ontwerpers van de nieuwe Volvo S40 aan het werk. Het tekort aan ruimte en gewicht compenseerden ze met uitgeknipte veiligheidsconstructies.

ele botsproeven uitgevoerd. Levenstam: “Onze computermodellen zijn inmiddels zo goed dat de uitslag van een echte botsproef ons vrijwel nooit meer verrast. De ‘real world’-botsproeven gebruiken we dus vooral voor het ‘finetunen’ van de veiligheidssystemen in de auto.” Levenstam geeft uitleg over het principe van die veiligheidssystemen. Hij slaat hard met zijn hand op een aluminium keukentrapje. Ai, dat doet pijn. Nadat hij een kussentje op het trapje heeft gelegd komt de klap aanzienlijk minder hard aan. Komt dat door de zachtheid van het kussentje? “Eigenlijk is dat niet de oorzaak”, legt Levenstam uit, “de oorzaak is de afstand. Het kussentje zorgt ervoor dat mijn hand niet in één keer tot stilstand komt, maar over een zekere afstand min of meer geleidelijk wordt afgeremd. Een kreukelzone in een auto doet exact hetzelfde. Het probleem is alleen, zeker bij een compacte auto, waar haal je de ruimte voor die afstand vandaan?”

Concreet, op het moment van het eerste contact tussen XC90 en S40 is de afstand van de XC90-bumper tot aan de S40-inzittenden aan de linkerkant niet meer dan 300 mm. Voor uitstappen zonder ernstige kwetsuren is 500 mm nodig. “De oplossing? Slim construeren!”, lacht Levenstam, “en daarbij maken we gebruik van een combinatie van hard en zacht.” Eerst het harde: De diagonale balken in de portieren zijn van ultra hoge sterkte staal. Die vervormen nauwelijks en geleiden de kracht daar naartoe waar de constructeurs hem willen hebben, de onderkant van de B-stijl. De B-stijl mag vervormen maar alleen onderaan, anders treft hij de bestuurder. Het grootste deel van de B-



Rood licht

De S40 is rustig opgetrokken en rijdt met 25 km/h het ‘kruispunt’ op. De XC90 heeft het rode licht genegeerd en nadert met veel grotere snelheid.



De klap

De hoge voorkant van de XC90 ramt met 50 km/h in de zijkant van de veel lichtere S40. Bij een vergelijkbaar ongeluk op straat zou de XC90 waarschijnlijk remmen. Hier niet, zodat het duiken van de carrosserie achterwege blijft. Dat maakt het er voor de S40 niet gemakkelijker op omdat de klap nu hoger op de zijkant aankomt.



Versnelling

De zware XC90 probeert de S40 met grote kracht zijwaarts te versnellen. Het gebroken (gelamineerde) glas uit de zijruiten van de S40 kan die versnelling niet volgen en vormt een ‘glaswolk’ naast de auto.

stijl is daarom opgebouwd uit extra hoge sterkte staal. Maar de onderkant niet, die is van iets buigzamer hoge sterkte staal. Het gevolg: er is een flinke impact nodig om de B-stijl te vervormen, maar is de kracht groot genoeg, en dat is zeker het geval als de XC90 via de zijkant komt binnenrijden, dan vervormt hij aan de onderzijde.



Deformatie

Ziet er ernstig uit die vervorming, maar vervorming dempt de zijwaartse versnelling en helpt zo de inzittenden te beschermen. Let op de vervorming van de B-stijl. De knik zit onderaan en heeft de bestuurder niet kunnen verwonden. De gordijnairbags hebben een onzachte aanraking tussen hoofden en XC90-motorkap voorkomen.

Zachte landing

In het interieur van de auto is nog meer vervormbaar, zacht materiaal te vinden. Allereerst de zijpanelen, bij het ontwerp en de materiaalkeuze daarvan was een optimale bescherming bij een zijaanrijding het uitgangspunt. Ook de gordijnairbags zijn onmisbaar bij dit type zijaanrijding. Mede doordat ze extra groot zijn voorkomen zij dat de hoofden van de inzittenden onzacht in aanraking komen met de motorkap van de binnenstormende XC90. Toch is dat alles nog niet voldoende. Levenstam: “Om de klap goed op te vangen hebben we als gezegd 200 mm extra ruimte nodig. Die hebben we gevonden door ook de middentunnel als kreukelzone in te zetten.” Ook hier blijkt het te gaan om een combinatie van hard en zacht. Levenstam toont een zwarte holle buis die een cruciale rol blijkt te spelen. De buis is dwars in de stoel geplaatst en staat geen vervorming van de stoel toe. Wel geeft hij de impuls van de aanrijding door aan de middentunnel, die is opge-

VEILIGHEID

Botsproef in het Volvo Cars Safety Centre

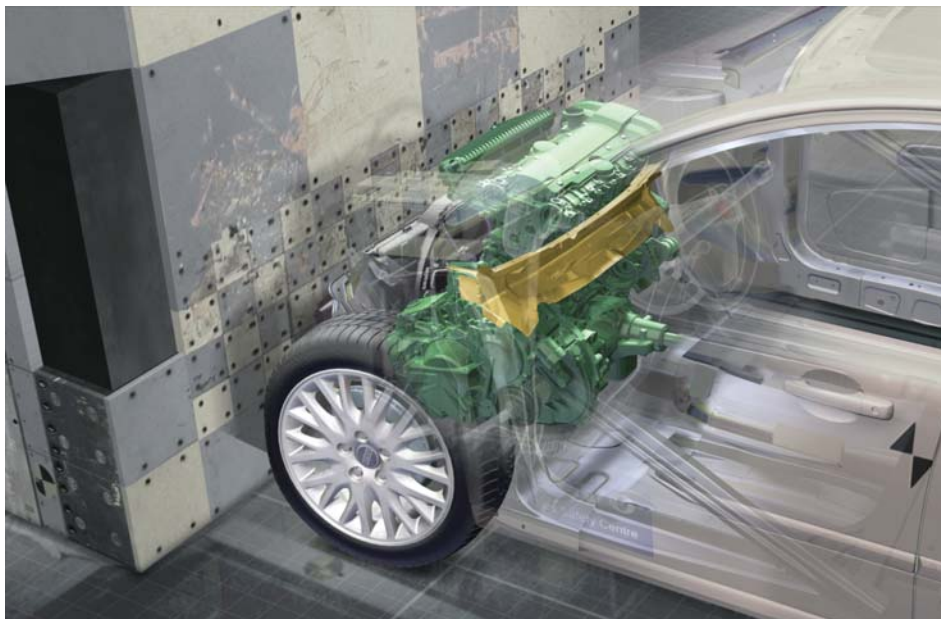
trokken uit hoge sterkte staal en voor de ontbrekende 200 mm deformatieruimte zorgt.

Knap vakwerk

Hoewel het bij deze aanrijding geen rol speelt, denk je bij woorden als kreukelzone en deformatie eerder aan de voorzijde van een auto dan aan de zijkant. “Bij de kreukelzone aan de voorkant zaten we met hetzelfde probleem als aan de zijkant”, vertelt collega botsveiligheidsingenieur Ragnar Crona, “gebrek aan ruimte om voldoende vervorming toe te staan. Met een lengte van 4,47 m is de auto 48 cm korter dan de S80, terwijl de veiligheidskooi bijna even lang is. Er is dus een stuk minder ruimte voor de deformatiezones.”

Het front van de S80 werd 69 cm korter in een NCAP-botsproef bij 35 mph tegen een massief betonblok. De ophanging van het stuurwiel staat bovendien nog een 6 cm horizontale (dus niet axiale, Volvo wil dat het stuurwiel, en dus de airbag, exact op gelijke hoogte blijft) verplaatsing van het stuurwiel toe. De S80 gaf de dummie daarmee precies $69 + 6 = 75$ cm de ruimte om zijn snelheid van 35 mph tot 0 terug te brengen.

Vruchtbare samenwerking tussen motor- en carrosserieontwikkelaars. De nieuw ontwikkelde motoren voor de S40 zijn extra smal en de diverse componenten hebben na de crash een vooraf bepaalde plaats. Door de impact van de frontale aanrijding verplaatst de motor zich 15 cm naar achteren voordat hij wordt opgevangen door de traverse van het veiligheidsframe. Let op de turbo die er precies onderdoor gegaan is.

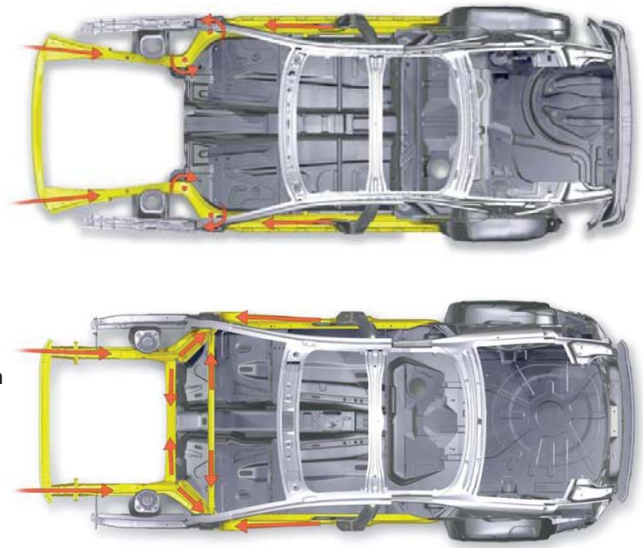


De voorzijde van de veiligheidskooi van de Volvo S80 buigt onder invloed van de botskracht naar binnen en vraagt ruimte. Bij de S40 ontbreekt die ruimte. Daarom zijn de vervormbare langsbalken via een gepatenteerd frame verbonden met de veiligheidskooi. Om te voorkomen dat de A-stijlen naar buiten wijken zijn ze via een stalen buis met elkaar verbonden. Dit staaltje veiligheidshightech deelt de S40 met platformgenoten Ford C-Max en Mazda 3.

Crona en zijn collega's stonden voor de taak om in de compacte S40 ook 75 cm vervormingsruimte te vinden. Crona: “We hebben ruimte gevonden door de botskracht op een nieuwe manier van de vervormbare langsbalken op de veiligheidskooi over te brengen. Bij de S80 loopt de onderkant van de veiligheidskooi uit op twee dwarsstukken. Onder invloed van de botskracht buigen die het passagierscompartiment in en dat vraagt daar om ruimte. Bij de S40 wordt de botskracht via een gepatenteerd frame op de veiligheidskooi overgedragen. Net als in het vakwerk van een stalen brug worden alle krachten daar opgevangen door de delen te belasten op trek of druk en niet op buiging.”

Uitgekiend motorontwerp

Allemaal heel fraai maar nog niet voldoende om evenveel deformatieruimte te creëren als in het front van de S80. Crona: “Vroeger ontwierp je een carrosserie en als hij klaar was zette een



Door 14 cm horizontale verplaatsing toe te staan geeft de stuurkolom de bestuurder extra ruimte bij een frontale crash. Slim detail, aan de onderzijde schuift het subframe onder de veiligheidskooi door.

andere afdeling er een motor in. In dit geval is er voor de S40 een heel nieuwe motorenlijn ontwikkeld. We hebben dus van het begin af aan motor en carrosserie optimaal op elkaar kunnen afstemmen. Daardoor heeft nu ieder deel onder de motorkap, van dynamo tot turbo, na de crash een vooraf geplande plaats. Bovendien is de dwars voorin geplaatste vier- of vijfcilindermotor maar 40 cm breed. Ook daar winnen we zo'n 20 cm deformatieruimte in vergelijking met de S80.” Al met al leverde dat een vervorming van 62 cm bij de NCAP-botsproef op voor de S40, 7 cm minder dan de S80 zijn inzittenden biedt. De oplossing werd gevonden in de stuurkolom. Het nieuwe ontwerp daarvan maakt een horizontale verplaatsing van maar liefst 14 cm mogelijk. Voor Crona reden om wellicht ten overvloede zijn optelsommetje nog even te maken: “ $62 + 14 = 76$ cm, zelfs nog één cm meer dan de S80.” Waarna hij een computersimulatie van een halffrontale aanrijding tussen een S40 en een S80 toont. Terwijl een deuk in het dak van de S80 wijst op een lichte vervorming van de veiligheidskooi, doorstaat de virtuele S40 de proef met glans. Crona glimt van trots.

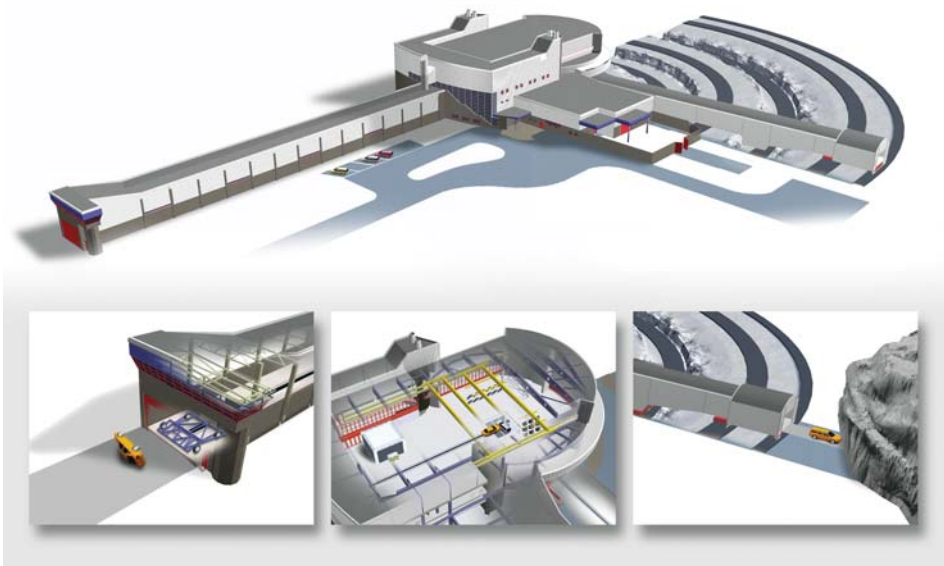
Even geen telefoon

Inmiddels is het aftellen voor de botsing tussen S40 en XC90 begonnen. Alle deuren zijn dicht en alle getuigen van het ongeluk staan achter veiligheidsglas. De dummies wachten stil op de dingen die komen gaan. Zelf kunnen ze de aanrijding niet meer vermijden en hoeven daarbij ook van Volvo geen hulp te verwachten. Daarin wijkt een botsproef in het Volvo Cars Safety Centre af van een botsing op de openbare weg. Om aanrijdingen te voorkomen heeft Volvo de nieuwe S40 namelijk standaard uitgerust met IDIS, het Intelligent Driver Information System dat de bestuurder moet helpen om ongelukken te voorkomen. Het systeem leidt de werkdruk voor de bestuurder af uit een aantal gegevens die toch al op het Multiplex-systeem beschikbaar zijn, denk aan acceleratie, gebruik van de richtingaanwijzers en de hoek van het stuurwiel. Is de werkdruk hoog dan houdt IDIS een inkomend telefoontje maximaal 5 seconden op. Veelal is de bestuurder dan weer in wat rustiger vaarwater terecht gekomen. Zo gaat de telefoon alleen als het de bestuurder uitkomt. Op dit moment is dat alles wat het systeem te bieden heeft. Toekomstige generaties IDIS hebben meer in hun mars. Met hulp van een veelheid aan sensors, camera's en radar weet IDIS dan bijvoorbeeld dat de bestuurder zijn ogen niet op de weg gericht heeft omdat hij een CD-tje onder de rechter voorstoel zoekt.

Wachten op de klap...

In het Safety Centre zijn inmiddels alle systemen gecheckt en in orde bevonden. Nog 20 seconden, de glasplaat die als kruising dient wordt van onder en boven verlicht door in het totaal 50 lampen van ieder 8000 watt, die steeds feller gaan branden. Nog 15 seconden, dat aftellen, uiteraard in het engels, geeft deze proef een hoog NASA-gehalte. Nog 10 seconden, de S40 zet zich in beweging. Nog 5, de verlichting op het kruispunt is gelijk aan driemaal daglicht en de vele highspeed camera's maken ieder 3000 beeldjes per seconde. Nog 2, plotse-ling komt uit de vaste baan van links, voor de kijker rechts, de XC90 in volle vaart aanzetten. Nog 1, nu niet met de ogen knipperen. Beng! De klap valt mee achter het glas, maar de schade is aanzienlijk. Als al het glas is opgeruimd, mogen we zelf de plaats delict onderzoeken. Die bevat geen verrassingen. De B-stijl van de S40 is, als voorspeld, onderaan vervormd. Het dak bolt naar boven en heeft de inzittenden niet bedreigd. De dummies hebben geprofi-teerd van het grote airbag gordijn aan de linkerzijde. De 'bestuurder' is met stoel en al naar rechts opgeschoven en zit gezellig dicht naast de rechtervoorstoel. Waren de dummies menselijk geweest dan waren ze zo uitgestapt, zij het aan de rechterkant. Kortom de S40 is geslaagd voor zijn examen, Volvo proficiat!

Erwin den Hoed



Volvo Cars Safety Centre

Sinds 1970 doet Volvo bij ieder serieus auto-ongeluk in de omgeving van Göteborg minutieus onderzoek op de plaats van het ongeval. Dat heeft geresulteerd in een database met 30.000 ongelukken. Ongelukken, waarbij vaak ernstige verwondingen ontstaan, bootst Volvo na in zijn Cars Safety Centre. Het centrum beschikt over een 154 meter lange vaste baan waarover een auto van maximaal 3,5 ton met een snelheid van maximaal 220

km/h naar een botsing kan worden gestuurd. Ook trucks tot 12 ton maken gebruik van de baan. Zij halen maximaal 70 km/h. Om botsingen met twee rijdende auto's mogelijk te maken is er een tweede, beweegbare, baan. Doordat deze 108 meter lange en 600 ton zware baan op twintig rubberen luchtkussens staat, kan hij over 90° verdraaid worden. Dat maakt aanrijdingen onder alle mogelijke hoeken mogelijk. De auto's in de testbanen worden tot

vlak voor de plaats van de aanrijding voortgesleept door 18 mm dikke kabels in de vloer, die op hun beurt door 1800 kW elektromotoren worden aangedreven. Aandrijving kan in beide richtingen, de botshal in of naar buiten. Die laatste mogelijkheid wordt gebruikt voor roll-over ongevallen en botsingen met natuurlijke rotsen. Een bijzondere bewoner van het centrum is een speciaal voor whiplash-

onderzoek ontwikkelde dummy. Die beschikt over een exacte kopie van de menselijke ruggegraat en stond aan de basis van de sinds 2000 in iedere Volvo gemonteerde WHIPS-stoelen. Jaarlijks vinden er in het centrum 400 botsproeven plaats. Volvo neemt er 150 voor zijn rekening, de overige worden uitgevoerd met Fords, Jaguars, Landrovers en Aston Martins.



- Botsproeven geven bij Volvo zelden een verrassend resultaat omdat de computermodellen voor virtuele botsproeven inmiddels zo goed zijn. In deze simulatie van een half-frontale aanrijding blijft de S40 veiligheidskooi perfect in tact. De deuk in het dak van de S80 is een minpuntje voor de grote broer.