

# BGP SR-TE(Dynamic Segment Routing Traffic Engineering) 이해

## 목차

[소개](#)

[사전 요구 사항](#)

[요구 사항](#)

[사용되는 구성 요소](#)

[배경 정보](#)

[토폴로지 다이어그램](#)

[초기 컨피그레이션](#)

[BGP 동적 SR-TE 구성](#)

[확인](#)

[요약](#)

## 소개

이 문서에서는 IOS-XR에서 BGP Dynamic SR-TE 기능을 이해, 구성 및 확인하는 방법에 대해 설명합니다.

기고자: Cisco TAC 엔지니어 Elvin Arias

## 사전 요구 사항

이 문서에 대한 필수 구성 요소가 없습니다.

## 요구 사항

이 문서에 대한 특정 요건이 없습니다.

## 사용되는 구성 요소

이 문서의 정보는 Cisco IOS-XR® 및 IOS-XE®를 기반으로 합니다.

이 문서의 정보는 특정 랩 환경의 디바이스를 토대로 작성되었습니다. 이 문서에 사용된 모든 디바이스는 초기화된(기본) 컨피그레이션으로 시작되었습니다. 현재 네트워크가 작동 중인 경우, 모든 명령어의 잠재적인 영향을 미리 숙지하시기 바랍니다.

## 배경 정보

SR-TE(Segment Routing Traffic Engineering)는 상태 생성 및 유지 관리(상태 비저장) 없이 SR 지원 코어를 통해 트래픽을 피싱하는 기능을 제공합니다. SR-TE 정책은 SID(Segment ID) 목록이라는 경로를 지정하는 세그먼트 목록으로 표시됩니다. 상태가 패킷에 있고 SID 목록이 전송 라우터에서 일련의 지침으로 처리되므로 신호 처리가 필요하지 않습니다.

동적 BGP SR-TE를 사용하면 세그먼트 라우팅 네트워크에 참여하는 라우터가 신호를 보낸 커뮤니티와 같은 임의 기준을 기반으로 자동 SR-TE 정책을 생성할 수 있습니다. 특정 요구 사항에 따라 고객 애플리케이션의 SLA(서비스 수준 보증)를 충족하고 컴퓨팅 경로를 계산할 수 있도록 커뮤니티를 설정하고 이러한 정책을 트리거하여 지정된 IP 서브넷 또는 서비스에 대해 자동 SR-TE 정책을 생성할 수 있습니다.

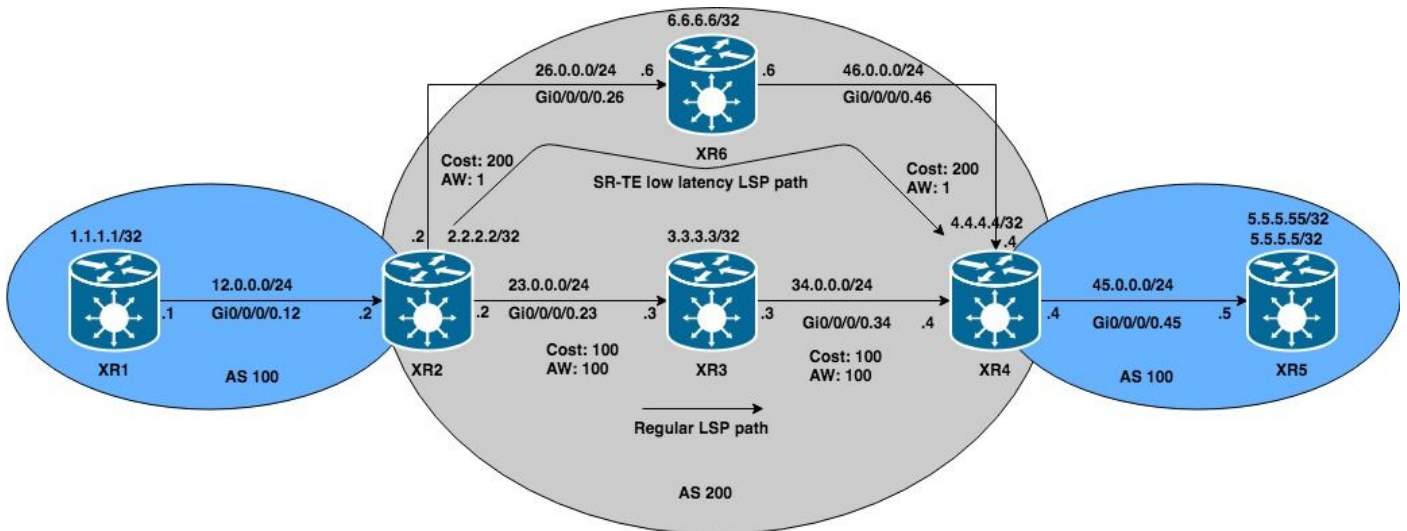
### 스포일러

참고:동적 SR-TE 정책을 생성하기 위해 커뮤니티 이외의 일치 기준도 지원됩니다.

참고:동적 SR-TE 정책을 생성하기 위해 커뮤니티 이외의 일치 기준도 지원됩니다.

이 기능에 대한 공통 애플리케이션은 MPLS L3VPN 환경에 있으며, 네트워크 관리자는 특정 제약 조건(지연, 대역폭 등)에 따라 트래픽을 라우팅하기 위해 자동 SR-TE 터널 정책을 트리거할 수 있습니다. 아래 데모에서는 XR1 및 XR5를 연결하는 L3VPN 서비스를 생성하고 XR4(tail end) on MP-BGP에 설정된 특정 커뮤니티에 따라 XR2(headend)에 자동 터널을 트리거합니다.

### 토폴로지 다이어그램



### 초기 컨피그레이션

L3VPN, 세그먼트 라우팅 및 SR-TE 기본 컨피그레이션을 활성화했습니다.

```

XR1
hostname XR1
logging console debugging
interface Loopback0
  ipv4 address 1.1.1.1 255.255.255.255
!
interface GigabitEthernet0/0/0/12
  ipv4 address 12.0.0.1 255.255.255.0
  encapsulation dot1q 12
!
route-policy PASS
  pass
end-policy
!
router bgp 200
  bgp router-id 1.1.1.1
  address-family ipv4 unicast
    network 1.1.1.1/32
  
```

```
!  
neighbor 12.0.0.2  
  remote-as 100  
  address-family ipv4 unicast  
    route-policy PASS in  
    route-policy PASS out  
!  
!  
end
```

#### XR2

```
hostname XR2 logging console debugging vrf BLUE address-family ipv4 unicast import route-target  
1:1 ! export route-target 1:1 ! ! ! interface Loopback0 ipv4 address 2.2.2.2 255.255.255.255 !  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.12 vrf BLUE ipv4 address 12.0.0.2 255.255.255.0 encapsulation  
dot1q 12 ! interface GigabitEthernet0/0/0/0.23 ipv4 address 23.0.0.2 255.255.255.0 encapsulation  
dot1q 23 ! interface GigabitEthernet0/0/0/0.26 ipv4 address 26.0.0.2 255.255.255.0 encapsulation  
dot1q 26 ! route-policy PASS pass end-policy ! ! router ospf 1 segment-routing mpls segment-  
routing forwarding mpls segment-routing sr-prefer address-family ipv4 area 0 mpls traffic-eng  
interface Loopback0 prefix-sid index 2 ! interface GigabitEthernet0/0/0/0.23 cost 100 network  
point-to-point ! interface GigabitEthernet0/0/0/0.26 cost 200 network point-to-point ! ! mpls  
traffic-eng router-id Loopback0 ! router bgp 100 bgp router-id 2.2.2.2 address-family vpnv4  
unicast ! neighbor 4.4.4.4 remote-as 100 update-source Loopback0 address-family vpnv4 unicast !  
! vrf BLUE rd 1:1 address-family ipv4 unicast ! neighbor 12.0.0.1 remote-as 200 address-family  
ipv4 unicast route-policy PASS in route-policy PASS out as-override ! ! ! mpls oam ! mpls  
traffic-eng interface GigabitEthernet0/0/0/0.23 admin-weight 100 ! interface  
GigabitEthernet0/0/0/0.26 admin-weight 1 ! ! end
```

#### XR3

```
hostname XR3 logging console debugging interface Loopback0 ipv4 address 3.3.3.3 255.255.255.255  
! ! interface GigabitEthernet0/0/0/0.23 ipv4 address 23.0.0.3 255.255.255.0 encapsulation dot1q  
23 ! interface GigabitEthernet0/0/0/0.34 ipv4 address 34.0.0.3 255.255.255.0 encapsulation dot1q  
34 ! router ospf 1 segment-routing mpls segment-routing forwarding mpls segment-routing sr-  
prefer address-family ipv4 area 0 mpls traffic-eng interface Loopback0 prefix-sid index 3 !  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.23 cost 100 network point-to-point ! interface  
GigabitEthernet0/0/0/0.34 cost 100 network point-to-point ! ! mpls traffic-eng router-id  
Loopback0 ! mpls oam ! mpls traffic-eng interface GigabitEthernet0/0/0/0.23 admin-weight 100 !  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.34 admin-weight 100 ! ! end
```

#### XR4

```
hostname XR4 logging console debugging vrf BLUE address-family ipv4 unicast import route-target  
1:1 ! export route-target 1:1 ! ! ! interface Loopback0 ipv4 address 4.4.4.4 255.255.255.255 !  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.34 ipv4 address 34.0.0.4 255.255.255.0 encapsulation dot1q 34 !  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.45 vrf BLUE ipv4 address 45.0.0.4 255.255.255.0 encapsulation  
dot1q 45 ! interface GigabitEthernet0/0/0/0.46 ipv4 address 46.0.0.4 255.255.255.0 encapsulation  
dot1q 46 ! route-policy PASS pass end-policy ! ! router ospf 1 segment-routing mpls segment-  
routing forwarding mpls segment-routing sr-prefer address-family ipv4 area 0 mpls traffic-eng  
interface Loopback0 prefix-sid index 4 ! interface GigabitEthernet0/0/0/0.34 cost 100 network  
point-to-point ! interface GigabitEthernet0/0/0/0.46 cost 200 network point-to-point ! ! mpls  
traffic-eng router-id Loopback0 ! router bgp 100 bgp router-id 4.4.4.4 address-family vpnv4  
unicast ! neighbor 2.2.2.2 remote-as 100 update-source Loopback0 address-family vpnv4 unicast !  
! vrf BLUE rd 1:1 bgp unsafe-ebgp-policy address-family ipv4 unicast ! neighbor 45.0.0.5 remote-  
as 200 address-family ipv4 unicast route-policy PASS in route-policy PASS out as-override ! ! !  
! mpls oam ! mpls traffic-eng interface GigabitEthernet0/0/0/0.34 admin-weight 100 ! interface  
GigabitEthernet0/0/0/0.46 admin-weight 1 ! ! end
```

#### XR5

```
hostname XR5 logging console debugging interface Loopback0  
description REGULAR LSP PATH ipv4 address 5.5.5.5 255.255.255.255 ! interface Loopback1  
description DELAY SENSITIVE - LOW LATENCY PATH (1:1) ipv4 address 5.5.5.55 255.255.255.255 !  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.45 ipv4 address 45.0.0.5 255.255.255.0 encapsulation dot1q 45 !  
route-policy PASS pass end-policy ! router bgp 200 bgp router-id 5.5.5.5 bgp unsafe-ebgp-policy  
address-family ipv4 unicast network 5.5.5.5/32 network 5.5.5.55/32 ! neighbor 45.0.0.4 remote-as
```

```
100 address-family ipv4 unicast route-policy PASS in route-policy PASS out ! ! ! mpls oam ! end
```

```
XR6  
hostname XR6 logging console debugging interface Loopback0 ipv4 address 6.6.6.6 255.255.255.255  
! interface GigabitEthernet0/0/0/0.26 ipv4 address 26.0.0.6 255.255.255.0 encapsulation dot1q 26  
! interface GigabitEthernet0/0/0/0.46 ipv4 address 46.0.0.6 255.255.255.0 encapsulation dot1q 46  
! router ospf 1 segment-routing mpls segment-routing forwarding mpls segment-routing sr-prefer  
address-family ipv4 area 0 mpls traffic-eng interface Loopback0 prefix-sid index 6 ! interface  
GigabitEthernet0/0/0/0.26 cost 200 network point-to-point ! interface GigabitEthernet0/0/0/0.46  
cost 200 network point-to-point ! ! mpls traffic-eng router-id Loopback0 ! mpls oam ! mpls  
traffic-eng interface GigabitEthernet0/0/0/0.26 admin-weight 1 ! interface  
GigabitEthernet0/0/0/0.46 admin-weight 1 ! ! end
```

XR2 및 XR4(PE)는 세그먼트 라우팅을 사용하여 LSP를 구축했습니다. 이는 해당 세그먼트 라우팅 FEC에 대해 MPLS ping을 사용하여 확인할 수 있습니다. 이 시나리오에서는 L3VPN 트래픽을 XR1에서 XR5로 전송하는 데 사용할 수 있는 두 가지 경로가 있습니다.

일반 LSP 경로:XR1 -> XR2 ->XR3 -> XR4 -> XR5

짧은 대기 시간 LSP 경로:XR1 -> XR2 ->XR6 -> XR4 -> XR5

처음에는 IGP 비용이 낮기 때문에 XR1과 XR5 간의 모든 트래픽이 일반 LSP 경로를 통해 XR3을 통해 라우팅되고 있으므로, 아래 확인 결과에 따라 LSP와 접속을 모두 확인할 수 있습니다.XR3을 통해 XR2에서 XR4에 도달하는 데 드는 IGP 비용은 XR6을 통한 401과 201입니다. XR3을 통한 경로에 더 나은 경로 메트릭이 있지만 VRF BLUE의 짧은 대기 시간 서비스는 XR6을 통해 경로를 통해 라우팅해야 합니다.

```
RP/0/0/CPU0:XR2#ping mpls ipv4 4.4.4.4/32 fec-type generic verbose
```

```
Sending 5, 100-byte MPLS Echos to 4.4.4.4/32,  
timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:
```

```
Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,  
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,  
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,  
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no rx label,  
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,  
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,  
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0
```

Type escape sequence to abort.

```
!  
! size 100, reply addr 34.0.0.4, return code 3  
!  
! size 100, reply addr 34.0.0.4, return code 3  
!  
! size 100, reply addr 34.0.0.4, return code 3  
!  
! size 100, reply addr 34.0.0.4, return code 3  
!  
! size 100, reply addr 34.0.0.4, return code 3
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/4/10 ms
```

### 스포일러

참고:세그먼트 라우팅에서 ping MPLS 애플리케이션을 사용할 경우 Nil-FEC 또는 일반 FEC를 사용해야 합니다.

참고:세그먼트 라우팅에서 ping MPLS 애플리케이션을 사용할 경우 Nil-FEC 또는 일반 FEC를 사용해야 합니다.

XR1에서 L3VPN 서비스를 확인하는 경우 일반 LSP 경로를 통해 각각 XR5 루프백 5.5.5.5/32 및 5.5.5.55/32에 연결할 수 있는지 확인할 수 있습니다. 기본 L3VPN 서비스는 SR MPLS 코어에서 활성화됩니다.

```
RP/0/0/CPU0:XR1#ping 5.5.5.5 source 1.1.1.1
```

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 5.5.5.5, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/7/9 ms

```
RP/0/0/CPU0:XR1#ping 5.5.5.55 source 1.1.1.1
```

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 5.5.5.55, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/7/9 ms

```
RP/0/0/CPU0:XR1#traceroute 5.5.5.5 source 1.1.1.1
```

Type escape sequence to abort.

Tracing the route to 5.5.5.5

```
 1 12.0.0.2 9 msec 0 msec 0 msec
 2 23.0.0.3 [MPLS: Labels 16004/24002 Exp 0] 0 msec 0 msec 0 msec
 3 34.0.0.4 [MPLS: Label 24002 Exp 0] 0 msec 0 msec 0 msec
 4 45.0.0.5 0 msec * 0 msec
```

```
RP/0/0/CPU0:XR1#traceroute 5.5.5.55 source 1.1.1.1
```

Type escape sequence to abort.

Tracing the route to 5.5.5.55

```
 1 12.0.0.2 9 msec 0 msec 0 msec
 2 23.0.0.3 [MPLS: Labels 16004/24005 Exp 0] 0 msec 0 msec 0 msec
 3 34.0.0.4 [MPLS: Label 24005 Exp 0] 0 msec 0 msec 0 msec
 4 45.0.0.5 0 msec * 0 msec
```

관찰된 것처럼 VRF BLUE의 모든 트래픽은 일반 LSP 경로 XR1 -> XR2 ->XR3 -> XR4 -> XR5를 거칩니다.

## BGP 동적 SR-TE 구성

이 예제에서는 XR4(tail end)를 구성하여 커뮤니티 1:1을 삽입하고 이를 XR2에 전송하여 VRF BLUE에서 접두사 5.5.5.55/32에 대한 SR-TE 정책을 생성하도록 신호를 보냅니다. SR-TE 정책 경로 선택은 일반 LSP 대신 낮은 레이턴시 경로를 사용하도록 설정되며 XR6을 통해 최저 TE 메트릭(관리 가중치)을 선택하는 방식으로 이 작업을 수행합니다. 참조 다이어그램 및 초기 컨피그레이션에 표시된 대로 XR6을 통해 나가는 인터페이스에서 XR4(tail end)를 향해 관리자 가중치가 1로 설정되었으므로 XR6을 통해 총 TE 메트릭(관리 가중치)는 2입니다.

동적 SR-TE 정책을 생성하려면 소스로 사용할 루프백 및 헤드엔드에서 터널을 생성하는 동적 터널 범위를 구성해야 합니다. 이 컨피그레이션은 SR-TE 정책 XR2의 헤드엔드에서 필요합니다. 터널 범위를 최소 500 및 최대 500으로 설정하여 터널의 헤드엔드에서 단일 SR-TE 터널과 소스를 0으로 효과적으로 생성합니다.

### XR2

```
ipv4 unnumbered mpls traffic-eng Loopback0
mpls traffic-eng
  auto-tunnel p2p
    tunnel-id min 500 max 500
!
```

!  
end  
XR4에서 커뮤니티 1:1을 설정하고 VRF BLUE 접두사 5.5.5.55/32에 적용합니다. 이렇게 하면 BGP 업데이트에 커뮤니티를 삽입할 수 있습니다.

```
XR4
route-policy COMMUNITY_1:1
  # 1:1 Community
  if destination in (5.5.5.55/32) then
    set community (1:1)
  endif
  pass
end-policy
!
router bgp 100
  vrf BLUE
  !
  neighbor 45.0.0.5
  address-family ipv4 unicast
    route-policy COMMUNITY_1:1 in
  !
!
end
```

XR2(headend)를 확인하면 XR4에서 받은 VPNv4 업데이트에 대해 커뮤니티 1:1이 설정되어 있음을 알 수 있습니다.

```
RP/0/0/CPU0:XR2#show bgp vrf BLUE 5.5.5.55/32 detail
BGP routing table entry for 5.5.5.55/32, Route Distinguisher: 1:1 Versions: Process bRIB/RIB
SendTblVer Speaker 36 36 Flags: 0x00043001+0x00000200; Last Modified: Nov 23 17:50:59.798 for
00:02:53 Paths: (1 available, best #1) Advertised to CE peers (in unique update groups):
12.0.0.1 Path #1: Received by speaker 0 Flags: 0x4000000085060005, import: 0x9f Advertised to CE
peers (in unique update groups): 12.0.0.1 200 4.4.4.4 (metric 201) from 4.4.4.4 (4.4.4.4)
Received Label 24005 Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal, best, group-best,
import-candidate, imported Received Path ID 0, Local Path ID 0, version 36          Community: 1:1
  Extended community: RT:1:1
  Source AFI: VPNv4 Unicast, Source VRF: BLUE, Source Route Distinguisher: 1:1
```

XR2(headend)에서 커뮤니티 1:1과 일치하는 RPL 경로 정책을 생성하고 MPLS 트래픽 엔지니어링에 해당하는 특성 집합을 설정합니다. 정책이 설정되면 MPLS-TE 컨피그레이션 스탠자로 이동하여 SR-TE 정책에 대한 해당 특성 세트를 설정하고 경로 선택 기준(XR6을 통해 가장 낮은 관리 가중치를 통해 경로를 선택하려는 경우 세그먼트 라우팅 및 TE 메트릭)을 지정할 수 있습니다.

```
XR2
route-policy DYN_BGP_SR-TE
  # Matches community 1:1
  if community matches-every (1:1) then
    set mpls traffic-eng attributeset DYN_SR-TE_POLICIES
  endif
  pass
end-policy
!
router bgp 100
!
  neighbor 4.4.4.4
  address-family vpnv4 unicast
    route-policy DYN_BGP_SR-TE in
```

```

!
mpls traffic-eng
attribute-set p2p-te DYN_SR-TE_POLICIES
  path-selection
  metric te
  segment-routing adjacency unprotected
!
end

```

## 확인

완료되면 지정된 범위에 대해 tunnel-te 500 인터페이스가 동적으로 생성된 것을 확인할 수 있습니다.

```
RP/0/0/CPU0:XR2#show mpls traffic-eng tunnels segment-routing tabular
```

Tunnel Name	LSP ID	Destination Address	Source Address	Tun State	FRR State	LSP Role	Path Prot
^tunnel-te500	2	4.4.4.4	2.2.2.2	up	Inact	Head	Inact

^ = automatically created P2P/P2MP tunnel

BGP RIB는 "DYN\_SR-TE\_POLICIES" 정책이 접두사에 연결되었음을 나타냅니다. 즉, 정책에 따라 트래픽을 라우팅해야 합니다.

```
RP/0/0/CPU0:XR2#show bgp vrf BLUE
```

```

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best
                i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

```

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
Route Distinguisher: 1:1 (default for vrf BLUE)					
*> 1.1.1.1/32	12.0.0.1	0		0	200 i
*>i5.5.5.5/32	4.4.4.4	0	100	0	200 i
*>i5.5.5.55/32	4.4.4.4	T:DYN_SR-TE_POLICIES		0	200 i
		0	100	0	200 i

접두사 5.5.5.55/32에 대한 BGP RIB를 확인하는 경우 SR-TE 터널을 생성하기 위해 참조되는 컨트롤 플레인 정보를 자세히 볼 수 있습니다.

```
RP/0/0/CPU0:XR2#show bgp vrf BLUE 5.5.5.55/32 detail
```

```

BGP routing table entry for 5.5.5.55/32, Route Distinguisher: 1:1
Versions:
  Process          bRIB/RIB  SendTblVer
  Speaker          39        39
  Flags: 0x00041001+0x000000200;
Last Modified: Nov 23 17:55:22.798 for 00:04:43
Paths: (1 available, best #1)
  Advertised to CE peers (in unique update groups):
    12.0.0.1
  Path #1: Received by speaker 0
  Flags: 0x4000000085060005, import: 0x9f
  Advertised to CE peers (in unique update groups):
    12.0.0.1
200

```

4.4.4.4 T:DYN\_SR-TE\_POLICIES (metric 201) from 4.4.4.4 (4.4.4.4)

Received Label 24005  
Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported  
Received Path ID 0, Local Path ID 0, version 39  
**Community: 1:1**  
Extended community: RT:1:1  
**TE tunnel attribute-set DYN\_SR-TE\_POLICIES, up, registered, binding-label 24000, if-handle 0x00000130**

Source AFI: VPNv4 Unicast, Source VRF: BLUE, Source Route Distinguisher: 1:1

터널 정책이 up 상태에 있고 등록되었음을 확인할 수 있습니다. 할당된 바인딩 SID는 24000입니다. 이 바인딩 SID를 사용하여 이 특정 접두사에 사용되는 터널을 확인할 수 있습니다. 앞에서 살펴본 대로 tunnel-te500이 생성되어 LFIB에 설치되었습니다.

```
RP/0/0/CPU0:XR2#show mpls forwarding labels 24000 detail
Local Outgoing Prefix Outgoing Next Hop Bytes Label Label or ID Interface Switched -----
-----
----- 24000 Pop No ID
tt500 point2point 0
Updated: Nov 23 17:55:23.267
Label Stack (Top -> Bottom): { }
MAC/Encaps: 0/0, MTU: 0
Packets Switched: 0
```

[스포일러](#)

참고:바인딩 SID에는 여러 활용 사례가 있으며, 이 특정 문서에서는 로컬 확인에 대한 사용을 제한 하지만 응용 프로그램은 훨씬 광범위합니다.

참고:바인딩 SID에는 여러 활용 사례가 있으며, 이 특정 문서에서는 로컬 확인에 대한 사용을 제한 하지만 응용 프로그램은 훨씬 광범위합니다.

또는 BGP RIB 출력에서 지정된 if-handle 0x00000130을 사용하여 접두사 5.5.5.55/32에 할당된 SR-TE 정책을 확인할 수 있습니다.

```
RP/0/0/CPU0:XR2#show mpls forwarding tunnels ifh 0x00000130 detail
Tunnel Outgoing Outgoing Next Hop Bytes Name Label Interface Switched -----
-----
----- tt500 (SR) 24003 Gi0/0/0/0.26 26.0.0.6
0
Updated: Nov 23 17:55:23.267
Version: 138, Priority: 2
Label Stack (Top -> Bottom): { 24003 }
NHID: 0x0, Encap-ID: N/A, Path idx: 0, Backup path idx: 0, Weight: 0
MAC/Encaps: 18/22, MTU: 1500
Packets Switched: 0
```

Interface Name: tunnel-te500, Interface Handle: 0x00000130, Local Label: 24001  
Forwarding Class: 0, Weight: 0  
Packets/Bytes Switched: 0/0

XR2(headend)의 SR-TE 정책에는 트래픽을 포워딩하기 위한 컨트롤 플레인 및 데이터 플레인 관점에서 다음과 같은 속성이 있습니다. 또한 SR-TE 터널의 상태 정보는 이전 확인과 일치해야 하는 아래 출력에 따라 볼 수 있습니다.

```
RP/0/0/CPU0:XR2#show mpls traffic-eng tunnels segment-routing p2p 500
```

Name: tunnel-te500 Destination: 4.4.4.4 Ifhandle:0x130 (auto-tunnel for BGP default)



Signalled-Name: auto\_XR2\_t500

**Status:**

**Admin: up Oper: up Path: valid Signalling: connected**

**path option 10, (Segment-Routing) type dynamic (Basis for Setup, path weight 2)**

G-PID: 0x0800 (derived from egress interface properties)

Bandwidth Requested: 0 kbps CT0

Creation Time: Fri Nov 23 17:55:23 2018 (00:09:01 ago)

Config Parameters:

Bandwidth: 0 kbps (CT0) Priority: 7 7 Affinity: 0x0/0x0

**Metric Type: TE (interface)**

Path Selection:

Tiebreaker: Min-fill (default)

Protection: Unprotected Adjacency

Hop-limit: disabled

Cost-limit: disabled

Path-invalidation timeout: 10000 msec (default), Action: Tear (default)

AutoRoute: disabled LockDown: disabled Policy class: not set

Forward class: 0 (default)

Forwarding-Adjacency: disabled

Autoroute Destinations: 0

Loadshare: 0 equal loadshares

Auto-bw: disabled

Path Protection: Not Enabled

**Attribute-set: DYN\_SR-TE\_POLICIES (type p2p-te)**

BFD Fast Detection: Disabled

Reoptimization after affinity failure: Enabled

SRLG discovery: Disabled

History:

Tunnel has been up for: 00:09:01 (since Fri Nov 23 17:55:23 UTC 2018)

Current LSP:

Uptime: 00:09:01 (since Fri Nov 23 17:55:23 UTC 2018)

Reopt. LSP:

Last Failure:

LSP not signalled, identical to the [CURRENT] LSP

Date/Time: Fri Nov 23 17:56:53 UTC 2018 [00:07:31 ago]

**Segment-Routing Path Info (OSPF 1 area 0)**

**Segment0[Link]: 26.0.0.2 - 26.0.0.6, Label: 24005**

**Segment1[Link]: 46.0.0.6 - 46.0.0.4, Label: 24003**

Displayed 1 (of 1) heads, 0 (of 0) midpoints, 0 (of 0) tails

Displayed 1 up, 0 down, 0 recovering, 0 recovered heads

VRF BLUE RIB에서 접두사를 직접 확인하면 바인딩 SID 24000이 접두사에 할당되었는지 확인할 수 있습니다.

RP/0/0/CPU0:XR2#show route vrf BLUE 5.5.5.55/32 detail

Routing entry for 5.5.5.55/32

Known via "bgp 100", distance 200, metric 0

Tag 200, type internal

Installed Nov 23 17:55:23.267 for 00:10:38

Routing Descriptor Blocks

4.4.4.4, from 4.4.4.4

Nexthop in Vrf: "default", Table: "default", IPv4 Unicast, Table Id: 0xe0000000

Route metric is 0

Label: 0x5dc5 (24005)

Tunnel ID: None

**Binding Label: 0x5dc0 (24000)**

Extended communities count: 0

Source RD attributes: 0x0000:1:1

```

NHID:0x0(Ref:0)
Route version is 0x5 (5)
No local label
IP Precedence: Not Set
QoS Group ID: Not Set
Flow-tag: Not Set
Fwd-class: Not Set
Route Priority: RIB_PRIORITY_RECURSIVE (12) SVD Type RIB_SVD_TYPE_REMOTE
Download Priority 3, Download Version 27
No advertising protos.

```

VRF BLUE용 FIB는 BGP 동적 SR-TE 정책에 따라 이 접두사에 대한 포워딩이 tunnel-te 500을 통해 수행됨을 나타냅니다.

```

RP/0/0/CPU0:XR2#show cef vrf BLUE 5.5.5.55/32 detail
5.5.5.55/32, version 27, internal 0x1000001 0x0 (ptr 0xa142a574) [1], 0x0 (0x0), 0x208
(0xa159d208) Updated Nov 23 17:55:23.287 Prefix Len 32, traffic index 0, precedence n/a,
priority 3 gateway array (0xa129f23c) reference count 1, flags 0x4038, source rib (7), 0 backups
[1 type 1 flags 0x48441 (0xa15b780c) ext 0x0 (0x0)] LW-LDI[type=0, refc=0, ptr=0x0, sh-ldi=0x0]
gateway array update type-time 1 Nov 23 17:55:23.287 LDI Update time Nov 23 17:55:23.287 via
local-label 24000, 3 dependencies, recursive [flags 0x6000]      path-idx 0 NHID 0x0 [0xa1605bf4
0x0]
  recursion-via-label
  next hop VRF - 'default', table - 0xe0000000
  next hop via 24000/0/21
    next hop tt500      labels imposed {ImplNull 24005}

```

Load distribution: 0 (refcount 1)

Hash	OK	Interface	Address
0	Y	Unknown	24000/0

XR1에서는 연결을 확인하고 XR6을 통한 짧은 대기 시간 경로를 통해 트래픽이 tunnel-te 500을 통과하는지 확인할 수 있습니다.

```
RP/0/0/CPU0:XR1#traceroute 5.5.5.55 source 1.1.1.1
```

```
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 5.5.5.55
```

```

 1 12.0.0.2 0 msec  0 msec  0 msec
 2 26.0.0.6 [MPLS: Labels 24003/24005 Exp 0] 0 msec  0 msec  0 msec
 3 46.0.0.4 [MPLS: Label 24005 Exp 0] 0 msec  0 msec  0 msec
 4 45.0.0.5 0 msec  *  9 msec

```

SR-TE 정책에 해당하는 tunnel-te500에 대한 XR2 카운터가 증가합니다.

```
RP/0/0/CPU0:XR2#show mpls forwarding tunnels
```

Tunnel Name	Outgoing Label	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
tt500	(SR) 24003	Gi0/0/0/0.26	26.0.0.6	2250

접두사 5.5.5.5/32의 경로는 아래 그림과 같이 XR3을 통해 일반 LSP 경로를 계속 통과합니다.

```
RP/0/0/CPU0:XR1#tracert 5.5.5.5 source 1.1.1.1
```

Type escape sequence to abort.

Tracing the route to 5.5.5.5

```
 1 12.0.0.2 0 msec  0 msec  0 msec
 2 23.0.0.3 [MPLS: Labels 16004/24002 Exp 0] 0 msec  0 msec  0 msec
 3 34.0.0.4 [MPLS: Label 24002 Exp 0] 0 msec  0 msec  0 msec
 4 45.0.0.5 0 msec  *  0 msec
```

## 요약

BGP Dynamic SR-TE는 SR 지원 코어에서 트래픽 엔지니어링의 목적으로 라우팅 정책을 세분화하고 자동으로 적용합니다. 자동 터널 생성은 임의 기준에 따라 트리거될 수 있으며, 이를 통해 네트워크 관리자가 고객의 애플리케이션 요구 사항을 충족하는 트래픽 패턴을 쉽게 생성할 수 있습니다.