

# MPLS 레이어 3 VPN 포워딩 확인

## 목차

---

- [소개](#)
- [사전 요구 사항](#)
  - [요구 사항](#)
  - [사용되는 구성 요소](#)
  - [배경 정보](#)
  - [표기규칙](#)
- [토폴로지](#)
- [문제 해결](#)
  - [초기 정보](#)
- [확인](#)
  - [Cisco IOS XE 확인 명령](#)
  - [Cisco IOS XR 확인 명령](#)
- [관련 정보](#)

---

## 소개

이 문서에서는 MPLS 레이어 3 VPN 코어 네트워크 전반에서 엔드 투 엔드 연결을 확인하는 프로세스에 대해 설명합니다.

## 사전 요구 사항

### 요구 사항

다음 주제에 대한 지식을 보유하고 있으면 유용합니다.

- 기본 IP 라우팅에 대한 지식
- Cisco IOS® XE 및 Cisco IOS® XR 명령줄 지식

### 사용되는 구성 요소

이 문서의 정보는 다음 소프트웨어 및 하드웨어 버전을 기반으로 합니다.

- Cisco IOS XR 소프트웨어가 포함된 라우터
- Cisco IOS XE 소프트웨어가 포함된 라우터

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

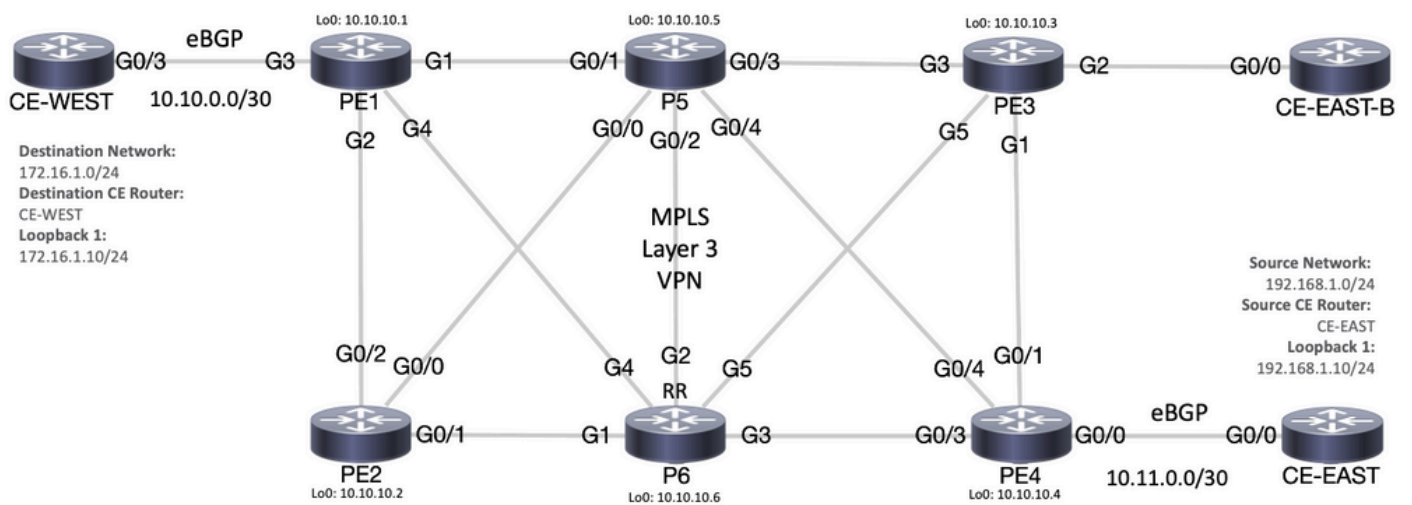
## 배경 정보

이 문서의 목적은 PE(Provider Edge) 및 P(Provider) 라우터의 역할을 하는 Cisco IOS XE 및 Cisco IOS XR 라우터를 혼합하여 MPLS Layer 3 VPN 코어 네트워크에 의해 BGP(Border Gateway Protocol)와 상호 연결된 두 CE(Customer Edge) 라우터 간의 연결과 전달을 확인하는 기본적인 확인 및 문제 해결 단계를 시연하는 것입니다.

## 표기 규칙

문서 규칙에 대한 자세한 내용은 [Cisco 기술 팁 표기 규칙](#)을 참조하십시오.

## 토폴로지



MPLS 토폴로지 다이어그램

## 문제 해결

### 초기 정보

소스 네트워크: 192.168.1.0/24

소스 CE 라우터: CE-EAST

대상 네트워크: 172.16.1.0/24

대상 CE 라우터: CE-WEST

초기 정보 및 토폴로지에 따라, 라우터 CE-EAST의 Loopback1로 표시되는 소스 주소 192.168.1.10과 라우터 CE-WEST의 Loopback1로 표시되는 목적지 주소 172.16.1.10 간에 성공적으로 연결되어야 합니다.

<#root>

```
CE-EAST#
```

```
show run interface loopback1
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 66 bytes
```

```
!  
interface Loopback1  
 ip address 192.168.1.10 255.255.255.0  
end
```

```
CE-WEST#
```

```
show run interface loopback 1
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 65 bytes
```

```
!  
interface Loopback1  
 ip address 172.16.1.10 255.255.255.0  
end
```

ICMP 연결성 및 traceroute를 사용하여 이러한 소스 주소와 대상 주소 간의 연결을 확인하기 시작했지만 다음 출력에서는 이 작업이 성공하지 못했음을 확인할 수 있습니다.

```
<#root>
```

```
CE-EAST#
```

```
ping 172.16.1.10 source loopback1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.1.10, timeout is 2 seconds:
```

```
Packet sent with a source address of 192.168.1.10
```

```
.....
```

```
Success rate is 0 percent (0/5)
```

```
CE-EAST#
```

```
traceroute 172.16.1.10 source loop1 probe 1 numeric
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Tracing the route to 172.16.1.10
```

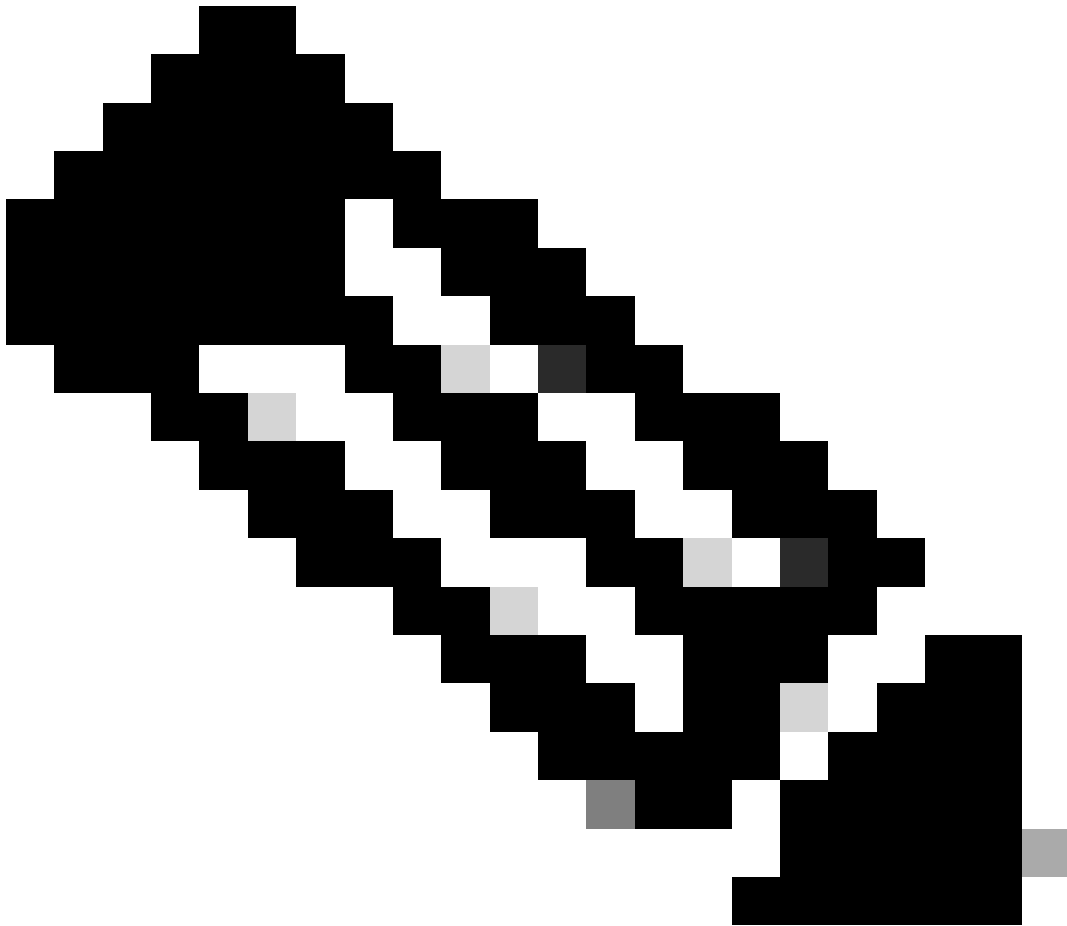
```
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
```

```
 1 10.11.0.2 2 msec  
 2 *  
 3 10.10.0.2 [MPLS: Label 16 Exp 0] 9 msec  
 4 *  
 5 *  
 6 *  
 7 *  
 8 *  
 9 *  
10 *  
11 *  
12 *  
13 *  
14 *
```

15 \*  
16 \*  
17 \*  
18 \*  
19 \*  
20 \*  
21 \*  
22 \*  
23 \*  
24 \*  
25 \*  
26 \*  
27 \*  
28 \*  
29 \*  
30 \*

CE-EAST#

---



참고: 트러블슈팅을 수행하는 동안 일부 통신 사업자가 코어에 있는 모든 LSR(Label Switch Router)을 숨기도록 Cisco IOS XE의 no mpls ip propagate-ttl forward 명령 또는

---

---

Cisco IOS XR의 `mpls ip-ttl-propagate disable forwarded` 명령을 구성하는 경향이 있으므로 MPLS 네트워크에 연결되었을 때 `traceroute`를 사용하는 것이 덜 효과적일 수 있습니다(인그레스 및 이그레스 PE 라우터는 제외).

---

소스 CE 라우터의 상태를 검토하는 동안 이 라우터에는 VRF(Virtual Route Forwarding)가 없고 MPLS를 인식하지 않으므로 RIB(Routing Information Base), CEF(Cisco Express Forwarding) 및 BGP를 확인해야 합니다. 다음 출력에서 BGP를 통해 대상 서브넷 172.16.1.0/24에 알려진 라우팅 항목이 있으며 인터페이스 GigabitEthernet0/0을 통해 연결할 수 있음을 확인할 수 있습니다.

<#root>

CE-EAST#

```
show ip route 172.16.1.10
```

```
Routing entry for 172.16.1.0/24
```

```
Known via "bgp 65001", distance 20, metric 0
```

```
<<<<<
```

```
Tag 65500, type external
Last update from 10.11.0.2 3d01h ago
Routing Descriptor Blocks:
* 10.11.0.2, from 10.11.0.2, 3d01h ago
  Route metric is 0, traffic share count is 1
  AS Hops 2
  Route tag 65500
  MPLS label: none
```

CE-EAST#

```
show ip cef 172.16.1.10
```

```
172.16.1.0/24
```

```
nexthop 10.11.0.2 GigabitEthernet0/0
```

```
<<<<<
```

CE-EAST#

소스 CE-EAST 라우터에는 RIB에 설치된 대상에 대한 경로가 있으므로, 토폴로지에 표시된 대로 공급자 에지 라우터 PE4(인그레스 PE)를 살펴볼 시간입니다. 이 시점에서 VRF 및 경로 구별자가 구성되며, 다음 출력에서 볼 수 있듯이 경로 대상 가져오기 및 내보내기도 구성됩니다.

<#root>

RP/0/0/CPU0:PE4#

```
show run vrf EAST
```

Mon Sep 11 20:01:54.454 UTC

```
vrf EAST
  address-family ipv4 unicast

import route-target 65000:1 65001:1 65001:2 ! export route-target 65001:1

!
```

RP/0/0/CPU0:PE4#

show run router bgp

```
Mon Sep 11 20:06:48.164 UTC
router bgp 65500
  address-family ipv4 unicast
  !
  address-family vpnv4 unicast
  !
  neighbor 10.10.10.6
    remote-as 65500
    update-source Loopback0
  address-family vpnv4 unicast
  !
  !
vrf EAST
```

rd 65001:1

```
  address-family ipv4 unicast
  !
  neighbor 10.11.0.1
    remote-as 65001
    address-family ipv4 unicast
      route-policy PASS in
      route-policy PASS out
  !
  !
  !
!
```

RP/0/0/CPU0:PE4#

이전 출력에서 VRF 이름 "EAST"가 65000:1에 대한 경로 대상 가져오기로 정의되었음을 알 수 있습니다. 이제 VRF 라우팅 테이블을 확인할 수 있으며, 이는 PE4에 대상 IP 주소 172.16.1.10에 대한 경로가 있는지 확인하는 데 도움이 됩니다.

<#root>

RP/0/0/CPU0:PE4#

show route vrf EAST 172.16.1.10

Mon Sep 11 19:58:28.128 UTC

```
Routing entry for 172.16.1.0/24
  Known via "bgp 65500", distance 200, metric 0
  Tag 65000, type internal
```

```
Installed Sep  8 18:28:46.303 for 3d01h
Routing Descriptor Blocks
 10.10.10.1, from 10.10.10.6
   Nexthop in Vrf: "default", Table: "default", IPv4 Unicast, Table Id: 0xe0000000
   Route metric is 0
No advertising protos.
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

이 PE는 Cisco IOS XR 디바이스이므로 show route vrf <name> 명령 끝에 "detail" 키워드를 사용하여 MP-BGP(Multiprotocol BGP) 및 소스 RD(Route Distinguisher)에 의해 지정된 VPNv4 레이블과 같은 몇 가지 추가 정보를 접두사에서 확인할 수 있습니다.

```
<#root>
```

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

```
show route vrf EAST 172.16.1.10 detail
```

```
Mon Sep 11 20:21:48.492 UTC
```

```
Routing entry for 172.16.1.0/24
  Known via "bgp 65500", distance 200, metric 0
  Tag 65000, type internal
  Installed Sep  8 18:28:46.303 for 3d01h
  Routing Descriptor Blocks
    10.10.10.1, from 10.10.10.6
     Nexthop in Vrf: "default", Table: "default", IPv4 Unicast, Table Id: 0xe0000000
     Route metric is 0
```

```
Label: 0x10 (16)
```

```
    <<<<<
  Tunnel ID: None
  Binding Label: None
  Extended communities count: 0
```

```
Source RD attributes: 0x0000:65000:1
```

```
    <<<<<
  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 36
  No advertising protos.
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

이제 VRF로 가져온 BGP VPNv4 접두사를 살펴보고 이전 출력의 레이블 16과 동일하며 확장 커뮤니티 65000:1도 있는지 확인합니다. 또한 10.10.10.1은 PE4가 경로 재귀를 수행해야 하는 다음 홉

이며, 다음 주소 "from 10.10.10.6"은 PE4가 이 접두사를 학습하는 데 사용한 BGP 피어입니다(이 시나리오에서는 경로 리플렉터 P6).

<#root>

RP/0/0/CPU0:PE4#

show bgp vpnv4 unicast vrf EAST 172.16.1.10

Mon Sep 11 22:42:28.114 UTC

BGP routing table entry for 172.16.1.0/24, Route Distinguisher: 65001:1

Versions:

Process	bRIB/RIB	SendTblVer
Speaker	48	48

Last Modified: Sep 8 18:28:46.314 for 3d04h

Paths: (1 available, best #1)

Not advertised to any peer

Path #1: Received by speaker 0

Not advertised to any peer

65000

10.10.10.1 (metric 20) from 10.10.10.6 (10.10.10.1)

<<<<<

Received Label 16

Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported  
Received Path ID 0, Local Path ID 0, version 48

Extended community: RT:65000:1

<<<<<

Originator: 10.10.10.1, Cluster list: 10.10.10.6

Source AFI: VPNv4 Unicast, Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 65000:1

<<<<<

VRF 레벨에서 exact-route 키워드로 CEF를 검토하면 패킷의 종료 인터페이스에 대한 아이디어를 얻을 수 있습니다. 이 명령은 접두사 24001과 16에 지정된 두 레이블을 표시하므로 몇 가지 중요한 세부 사항을 제공할 수도 있습니다. 그 이유는 레이블 16이 BGP VPNv4에서 오고 레이블 24001이 LDP(Label Distribution Protocol)에서 오는 것이기 때문입니다.

<#root>

RP/0/0/CPU0:PE4#

show cef vrf EAST exact-route 192.168.1.10 172.16.1.10

Mon Sep 11 22:48:15.241 UTC

172.16.1.0/24, version 36, internal 0x5000001 0x0 (ptr 0xa12dc74c) [1], 0x0 (0x0), 0x208 (0xa155b1b8)

Updated Sep 8 18:28:46.323



```
local adjacency 10.0.0.16
Prefix Len 24, traffic index 0, precedence n/a, priority 3
via GigabitEthernet0/0/0/4
via 10.10.10.1/32, 3 dependencies, recursive [flags 0x6000]
path-idx 0 NHID 0x0 [0xa15c3f54 0x0]
recursion-via-/32
next hop VRF - 'default', table - 0xe0000000
next hop 10.10.10.1/32 via 24010/0/21
```

```
next hop 10.0.0.16/32 Gi0/0/0/4 labels imposed {24001 16}
```

```
<<<<<
```

다음 단계로 show bgp vpnv4 unicast 명령을 사용하여 이 PE에서 학습하고 있는 VPNv4 경로를 확인합니다. 이 출력은 VPNv4 접두사를 VRF로 가져오기 전의 정보를 보여 줍니다. 구성된 RT(Route Target)(이 예에서 가져온 RT는 65000:1, 65001:1, 65001:2)는 가져올 경로와 VRF를 나타냅니다.

```
<#root>
```

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

```
show bgp vpnv4 unicast
```

```
Fri Sep 15 02:15:15.463 UTC
BGP router identifier 10.10.10.4, local AS number 65500
BGP generic scan interval 60 secs
Non-stop routing is enabled
BGP table state: Active
Table ID: 0x0 RD version: 0
BGP main routing table version 85
BGP NSR Initial initsync version 1 (Reached)
BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0
BGP scan interval 60 secs
```

```
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: 65000:1
```

```
*>i172.16.1.0/24 10.10.10.1 0 100 0 65000 i
```

```
<<<<<
```

```
*>i172.16.2.0/24 10.10.10.1 0 100 0 65000 i
```

```
Route Distinguisher: 65001:1 (default for vrf EAST)
```

```
* i0.0.0.0/0 10.10.10.3 0 100 0 65001 i
```

```
*> 10.11.0.1 0 0 65001 i
```

```
*>i172.16.1.0/24 10.10.10.1 0 100 0 65000 i
```

```
*>i172.16.2.0/24 10.10.10.1 0 100 0 65000 i
```

```
*> 192.168.1.0/24 10.11.0.1 0 0 65001 i
```

```
*>i192.168.2.0/24 10.10.10.3 0 100 0 65001 i
```

```
*> 192.168.3.0/24 10.11.0.1 0 0 65001 i
```

```
Route Distinguisher: 65001:2
```

```
*>i0.0.0.0/0 10.10.10.3 0 100 0 65001 i
```

```
*>i192.168.2.0/24 10.10.10.3 0 100 0 65001 i
```

Processed 10 prefixes, 11 paths

이 예에서는 VPNv4 테이블이 작을 수 있지만 프로덕션 환경에서는 모든 VPNv4 접두사를 보는 대신 다음 명령을 사용하여 특정 RD 및 접두사로 확인 범위를 좁힐 수 있습니다.

<#root>

RP/0/0/CPU0:PE4#

show bgp vpnv4 unicast rd 65000:1 172.16.1.10

Mon Sep 11 22:54:04.967 UTC

BGP routing table entry for 172.16.1.0/24, Route Distinguisher: 65000:1

Versions:

Process	bRIB/RIB	SendTblVer
Speaker	46	46

Last Modified: Sep 8 18:28:46.314 for 3d04h

Paths: (1 available, best #1)

Not advertised to any peer

Path #1: Received by speaker 0

Not advertised to any peer

65000

10.10.10.1 (metric 20) from 10.10.10.6 (10.10.10.1)

Received Label 16

Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, not-in-

Received Path ID 0, Local Path ID 0, version 46

Extended community: RT:65000:1

Originator: 10.10.10.1, Cluster list: 10.10.10.6

이 시점에서 MP-BGP 제어 평면에는 대상 접두사와 LDP 및 VPNv4 레이블 {24001 16}이 있으며, 이 트래픽의 종료 인터페이스는 Gi0/0/0/4이고 트래픽이 전달되어야 하는 다음 홉은 10.10.10.1입니다. 그러나 선호하는 종료 인터페이스를 확인하는 다른 옵션이 있습니까? 이제 MPLS 포워딩 테이블 또는 LFIB(Label Forwarding Information Base)를 살펴볼 차례입니다. 명령 show mpls를 사용하면 10.10.10.1 대상(PE1의 Loopback0)에 대해 두 개의 항목이 표시되고, 발신 인터페이스가 Gi0/0/0/4이고 next-hop이 10.0.0.16(라우터 P5)인 하나의 경로가 표시되며, 여기에 지정된 발신 레이블이 24001이고 Gi0/0/0/3을 통해 다음 홉이 10.0.0.13(라우터 P6)이고 발신 레이블이 23입니다.

<#root>

RP/0/0/CPU0:PE4#

show mpls forwarding

Mon Sep 11 23:28:33.425 UTC

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24000	Unlabelled	192.168.1.0/24[V]	Gi0/0/0/0	10.11.0.1	1096
24001	Unlabelled	192.168.3.0/24[V]	Gi0/0/0/0	10.11.0.1	56056
24002	Unlabelled	0.0.0.0/0[V]	Gi0/0/0/0	10.11.0.1	0
24003	Pop	10.10.10.6/32	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	7778512
24004	Pop	10.0.0.4/31	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	0

```

24005 Pop      10.0.0.8/31      Gi0/0/0/3      10.0.0.13      0
24006 Pop      10.10.10.5/32   Gi0/0/0/4      10.0.0.16      3542574
24007 Pop      10.0.0.10/31    Gi0/0/0/3      10.0.0.13      0
      Pop      10.0.0.10/31    Gi0/0/0/4      10.0.0.16      0
24008 Pop      10.0.0.6/31     Gi0/0/0/4      10.0.0.16      0
24009 Pop      10.0.0.0/31     Gi0/0/0/4      10.0.0.16      0

```

```
24010 23 10.10.10.1/32 Gi0/0/0/3 10.0.0.13 22316
```

```
<<<<<
```

```
24001 10.10.10.1/32 Gi0/0/0/4 10.0.0.16 42308
```

```
<<<<<
```

```

24011 18      10.10.10.2/32   Gi0/0/0/3      10.0.0.13      0
      24003      10.10.10.2/32   Gi0/0/0/4      10.0.0.16      0
24012 17      10.0.0.2/31     Gi0/0/0/3      10.0.0.13      0
      24005      10.0.0.2/31     Gi0/0/0/4      10.0.0.16      0
24013 Pop      10.10.10.3/32   Gi0/0/0/1      10.0.0.20      3553900
24014 Pop      10.0.0.14/31    Gi0/0/0/1      10.0.0.20      0
      Pop      10.0.0.14/31    Gi0/0/0/4      10.0.0.16      0
24015 Pop      10.0.0.18/31    Gi0/0/0/1      10.0.0.20      0
      Pop      10.0.0.18/31    Gi0/0/0/3      10.0.0.13      0

```

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

```
show mpls forwarding prefix 10.10.10.1/32
```

```
Mon Sep 11 23:30:54.685 UTC
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24010	23	10.10.10.1/32	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	3188
	24001	10.10.10.1/32	Gi0/0/0/4	10.0.0.16	6044

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

```
show mpls forwarding prefix 10.10.10.1/32 detail hardware egress
```

```
Mon Sep 11 23:36:06.504 UTC
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24010	23	10.10.10.1/32	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	N/A
Updated: Sep 8 20:27:26.596 Version: 39, Priority: 3 Label Stack (Top -> Bottom): { 23 } NHID: 0x0, Encap-ID: N/A, Path idx: 0, Backup path idx: 0, Weight: 0 MAC/Encaps: 14/18, MTU: 1500 Outgoing Interface: GigabitEthernet0/0/0/3 (ifhandle 0x000000a0) Packets Switched: 0					
	24001	10.10.10.1/32	Gi0/0/0/4	10.0.0.16	N/A
Updated: Sep 8 20:27:26.596 Version: 39, Priority: 3 Label Stack (Top -> Bottom): { 24001 } NHID: 0x0, Encap-ID: N/A, Path idx: 1, Backup path idx: 0, Weight: 0 MAC/Encaps: 14/18, MTU: 1500 Outgoing Interface: GigabitEthernet0/0/0/4 (ifhandle 0x000000c0) Packets Switched: 0					

이전 출력에서 트래픽을 로드 밸런싱할 수 있는 두 가지 경로 옵션이 있다는 것은 분명하지만, 선호하는 경로를 결정하는 데 도움이 될 수 있는 몇 가지 방법이 있습니다. 한 가지 방법은 show cef exact-route <source IP> <destination IP> 명령을 사용하여 소스 PE에서 Loopback0, 목적지 PE에서 Loopback0을 추가하는 것입니다. 다음 출력에 표시된 대로 기본 경로는 through Gi0/0/0/4입니다.

<#root>

RP/0/0/CPU0:PE4#

show cef exact-route 10.10.10.4 10.10.10.1

Mon Sep 11 23:49:44.558 UTC

10.10.10.1/32, version 39, internal 0x1000001 0x0 (ptr 0xa12dbdbc) [1], 0x0 (0xa12c18c0), 0xa28 (0xa185

Updated Sep 8 20:27:26.596

local adjacency 10.0.0.16

Prefix Len 32, traffic index 0, precedence n/a, priority 3

via GigabitEthernet0/0/0/4

via 10.0.0.16/32, GigabitEthernet0/0/0/4, 9 dependencies, weight 0, class 0 [flags 0x0]

<<<<<

path-idx 1 NHID 0x0 [0xa16765bc 0x0]

next hop 10.0.0.16/32

local adjacency

local label 24010 labels imposed {24001}

또 다른 옵션은 먼저 show mpls ldp bindings <prefix/mask> 명령을 사용하여 LIB(Label Information Base)를 확인하고 이그레스 PE에 속하는 대상 Loopback0(10.10.10.1)의 LDP 바인딩을 가져온 다음, 해당 출력에서 로컬 바인딩 레이블이 발견되면 show mpls forwarding exact-route label <label> ipv4 <source IP> <destination IP> detail 명령에서 해당 레이블 값을 사용하여 기본 경로를 찾는 것입니다.

<#root>

RP/0/0/CPU0:PE4#

show mpls ldp bindings 10.10.10.1/32

Wed Sep 13 17:18:43.007 UTC

10.10.10.1/32, rev 29

Local binding: label: 24010

<<<<<

Remote bindings: (3 peers)

Peer	Label
10.10.10.3:0	24
10.10.10.5:0	24001
10.10.10.6:0	23

RP/0/0/CPU0:PE4#

```
show mpls forwarding exact-route label 24010 ipv4 10.10.10.4 10.10.10.1 detail
```

```
Wed Sep 13 17:20:06.342 UTC
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
-------------	----------------	--------------	--------------------	----------	----------------

```
24010 24001 10.10.10.1/32 Gi0/0/0/4 10.0.0.16 N/A
```

```
<<<<<
```

```
Updated: Sep 12 14:15:37.009
Version: 198, Priority: 3
Label Stack (Top -> Bottom): { 24001 }
NHID: 0x0, Encap-ID: N/A, Path idx: 1, Backup path idx: 0, Weight: 0
Hash idx: 1
MAC/Encaps: 14/18, MTU: 1500
Outgoing Interface: GigabitEthernet0/0/0/4 (ifhandle 0x000000c0)
Packets Switched: 0
```

```
Via: Gi0/0/0/4, Next Hop: 10.0.0.16
Label Stack (Top -> Bottom): { 24001 }
NHID: 0x0, Encap-ID: N/A, Path idx: 1, Backup path idx: 0, Weight: 0
Hash idx: 1
MAC/Encaps: 14/18, MTU: 1500
Outgoing Interface: GigabitEthernet0/0/0/4 (ifhandle 0x000000c0)
```

다음으로, 데이터 플레인에 있는 다음 홉 라우터를 확인하는 것이 중요합니다. 이 특정 예에서 확인할 라우터는 P5입니다(인터페이스 10.0.0.16). 먼저 MPLS 포워딩 테이블을 확인합니다. 여기서 접두사 10.10.1.1의 Local Label(로컬 레이블)은 다음과 24001 합니다.

```
<#root>
```

```
RP/0/0/CPU0:P5#
```

```
show mpls forwarding
```

```
Thu Sep 14 20:07:16.455 UTC
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
-------------	----------------	--------------	--------------------	----------	----------------

```
24000 Pop 10.10.10.6/32 Gi0/0/0/2 10.0.0.11 361906
```

```
24001 Pop 10.10.10.1/32 Gi0/0/0/1 10.0.0.0 361002
```

```
<<<<<
```

24002	Pop	10.0.0.4/31	Gi0/0/0/1	10.0.0.0	0
	Pop	10.0.0.4/31	Gi0/0/0/2	10.0.0.11	0
24003	Pop	10.10.10.2/32	Gi0/0/0/0	10.0.0.6	360940
24004	Pop	10.0.0.8/31	Gi0/0/0/0	10.0.0.6	0
	Pop	10.0.0.8/31	Gi0/0/0/2	10.0.0.11	0
24005	Pop	10.0.0.2/31	Gi0/0/0/0	10.0.0.6	0
	Pop	10.0.0.2/31	Gi0/0/0/1	10.0.0.0	0
24006	Pop	10.10.10.4/32	Gi0/0/0/4	10.0.0.17	361230
24007	Pop	10.0.0.12/31	Gi0/0/0/2	10.0.0.11	0
	Pop	10.0.0.12/31	Gi0/0/0/4	10.0.0.17	0
24008	Pop	10.10.10.3/32	Gi0/0/0/3	10.0.0.15	361346
24009	Pop	10.0.0.20/31	Gi0/0/0/3	10.0.0.15	0

```

      Pop      10.0.0.20/31      Gi0/0/0/4      10.0.0.17      0
24010 Pop      10.0.0.18/31      Gi0/0/0/2      10.0.0.11      0
      Pop      10.0.0.18/31      Gi0/0/0/3      10.0.0.15      0

```

```
RP/0/0/CPU0:P5#
```

```
show mpls forwarding labels 24001
```

```
Thu Sep 14 20:07:42.584 UTC
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24001	Pop	10.10.10.1/32	Gi0/0/0/1	10.0.0.0	361060

```
RP/0/0/CPU0:P5#
```

이전 출력에서 접두사 10.10.10.1/32에 대한 LFIB 항목이 발신 레이블로 "Pop"를 표시함을 알 수 있으며, 이는 이 라우터가 PHP(Penultimate Hop Popping)임을 의미합니다. 또한 LFIB 정보를 기반으로 Gi0/0/0/1을 통해 트래픽을 전송해야 함을 보여주며, 이는 CEF를 보면서 확인할 수도 있다. 다음 CEF 정확한 경로 출력에서는 암시적 Null 레이블을 지정된 레이블로 표시합니다. 다시 말해, Gi0/0/0/1에 연결된 next-hop이 레이블 스위치 경로의 마지막 라우터이며 대상 사이트(CE-WEST)에 접하는 PE이기 때문입니다. 또한 이 프로세스 덕분에 이그레스 라우터 PE1이 LDP 레이블이 없는 패킷을 수신할 것이므로 라우터 P5가 패킷을 제거하고 다른 레이블을 적용하지 않는 이유이기도 합니다.

```
<#root>
```

```
RP/0/0/CPU0:P5#
```

```
show cef exact-route 10.10.10.4 10.10.10.1
```

```
Thu Sep 14 20:25:57.269 UTC
```

```
10.10.10.1/32, version 192, internal 0x1000001 0x0 (ptr 0xa1246394) [1], 0x0 (0xa122b638), 0xa20 (0xa15
```

```
Updated Sep 12 14:15:38.009
```

```
local adjacency 10.0.0.0
```

```
Prefix Len 32, traffic index 0, precedence n/a, priority 3
```

```
via GigabitEthernet0/0/0/1
```

```
via 10.0.0.0/32, GigabitEthernet0/0/0/1, 9 dependencies, weight 0, class 0 [flags 0x0]
```

```
path-idx 0 NHID 0x0 [0xa166e280 0xa166e674]
```

```
next hop 10.0.0.0/32
```

```
local adjacency
```

```
local label 24001 labels imposed {ImplNull}
```

```
<<<<<
```

레이블 스위치 경로를 확인하는 마지막 지점은 PE1입니다. MPLS 포워딩 테이블을 보면 LFIB에 접두사 10.10.10.1/32에 대한 항목이 없음을 알 수 있습니다.

```
<#root>
```

PE1#

show mpls forwarding-table

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
16	No Label	172.16.1.0/24[V]	12938	Gi3	10.10.0.1
17	No Label	172.16.2.0/24[V]	0	Gi3	10.10.0.1
18	Pop Label	10.0.0.6/31	0	Gi1	10.0.0.1
	Pop Label	10.0.0.6/31	0	Gi2	10.0.0.3
19	Pop Label	10.0.0.8/31	0	Gi2	10.0.0.3
	Pop Label	10.0.0.8/31	0	Gi4	10.0.0.5
20	Pop Label	10.0.0.10/31	0	Gi1	10.0.0.1
	Pop Label	10.0.0.10/31	0	Gi4	10.0.0.5
21	Pop Label	10.0.0.12/31	0	Gi4	10.0.0.5
22	Pop Label	10.0.0.14/31	0	Gi1	10.0.0.1
23	Pop Label	10.0.0.16/31	0	Gi1	10.0.0.1
24	Pop Label	10.0.0.18/31	0	Gi4	10.0.0.5
25	24009	10.0.0.20/31	0	Gi1	10.0.0.1
	22	10.0.0.20/31	0	Gi4	10.0.0.5
26	Pop Label	10.10.10.2/32	0	Gi2	10.0.0.3
27	24008	10.10.10.3/32	0	Gi1	10.0.0.1
	24	10.10.10.3/32	0	Gi4	10.0.0.5
28	24006	10.10.10.4/32	0	Gi1	10.0.0.1
	25	10.10.10.4/32	0	Gi4	10.0.0.5
29	Pop Label	10.10.10.5/32	0	Gi1	10.0.0.1
Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
30	Pop Label	10.10.10.6/32	0	Gi4	10.0.0.5
31	[T] Pop Label	1/1[TE-Bind]	0	drop	

[T] Forwarding through a LSP tunnel.  
View additional labelling info with the 'detail' option

이미 알고 있듯이 이러한 동작이 발생하는 이유는 접두사(10.10.10.1/32)가 PE1에 속하고 라우터가 이 연결된 접두사에 암시적 null 레이블을 할당했기 때문입니다. 이는 show mpls ldp bindings 명령을 사용하여 확인할 수 있습니다.

<#root>

PE1#

show run interface loopback 0

Building configuration...

Current configuration : 66 bytes

```
!  
interface Loopback0  
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.255  
end
```

PE1#

show mpls ldp bindings 10.10.10.1 32

lib entry: 10.10.10.1/32, rev 24

```

local binding: label: imp-null

remote binding: lsr: 10.10.10.6:0, label: 23
remote binding: lsr: 10.10.10.5:0, label: 24001
remote binding: lsr: 10.10.10.2:0, label: 24000

```

PE1이 Cisco IOS XE 라우터이므로 show bgp vpnv4 unicast all 또는 show bgp vpnv4 unicast rd <value> <destination IP> 명령을 사용하면 MP-BGP를 통해 대상 접두사 172.16.1.0/24이 올바르게 학습되고 있음을 식별하고 확인하는 데 도움이 될 수 있습니다. 이러한 명령의 출력에서는 내보낸 후의 접두사를 보여줍니다.

```
<#root>
```

```
PE1#
```

```
show bgp vpnv4 unicast all
```

```

BGP table version is 61, local router ID is 10.10.10.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f RT-Filter,
               x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,
               t secondary path, L long-lived-stale,
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found

```

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
Route Distinguisher: 65000:1 (default for vrf WEST)					
*>i 0.0.0.0	10.10.10.3	0	100	0	65001 i
*bi	10.10.10.4	0	100	0	65001 i
*> 172.16.1.0/24 10.10.0.1 0 0 65000 i					
<<<<<					
*> 172.16.2.0/24	10.10.0.1	0		0	65000 i
*>i 192.168.1.0	10.10.10.4	0	100	0	65001 i
*>i 192.168.2.0	10.10.10.3	0	100	0	65001 i
*>i 192.168.3.0	10.10.10.4	0	100	0	65001 i
Route Distinguisher: 65001:1					
*>i 0.0.0.0	10.10.10.4	0	100	0	65001 i
*>i 192.168.1.0	10.10.10.4	0	100	0	65001 i
*>i 192.168.3.0	10.10.10.4	0	100	0	65001 i
Route Distinguisher: 65001:2					
Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*>i 0.0.0.0	10.10.10.3	0	100	0	65001 i
*>i 192.168.2.0	10.10.10.3	0	100	0	65001 i

```
PE1#
```

```
show bgp vpnv4 unicast rd 65000:1 172.16.1.10
```

```

BGP routing table entry for 65000:1:172.16.1.0/24, version 2
Paths: (1 available, best #1, table WEST)
  Additional-path-install
  Advertised to update-groups:
    6
  Refresh Epoch 2
  65000

```

```
10.10.0.1 (via vrf WEST) from 10.10.0.1 (172.16.2.10)
```



```
<<<<<
Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best
```

```
Extended Community: RT:65000:1 , recursive-via-connected
```

```
<<<<<
mpls labels in/out 16/nolabel
rx pathid: 0, tx pathid: 0x0
Updated on Sep 15 2023 18:27:23 UTC
```

유사한 방식으로, CE-WEST에서 수신한 접두사인 VRF에서 BGP VPNv4 접두사를 보면 show bgp vpnv4 unicast vrf <name> <prefix> 명령을 사용하여 출력에 인그레스 PE4까지 전달된 MP-BGP 레이블 16과 구성된 RT 내보내기가 65000:1로 표시됩니다.

```
<#root>
```

```
PE1#
```

```
show bgp vpnv4 unicast vrf WEST 172.16.1.10
```

```
BGP routing table entry for 65000:1:172.16.1.0/24, version 2
Paths: (1 available, best #1, table WEST)
  Additional-path-install
  Advertised to update-groups:
    6
  Refresh Epoch 2
  65000
  10.10.0.1 (via vrf WEST) from 10.10.0.1 (172.16.2.10)
  Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best
```

```
Extended Community: RT:65000:1 , recursive-via-connected
```

```
<<<<<
```

```
mpls labels in/out 16/nolabel
```

```
<<<<<
rx pathid: 0, tx pathid: 0x0
Updated on Sep 15 2023 18:27:23 UTC
```

```
PE1#
```

```
show run vrf WEST
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 478 bytes
vrf definition WEST
rd 65000:1
```

```
route-target export 65000:1
```

```
<<<<<
route-target import 65000:1
route-target import 65001:1
route-target import 65001:2
!
```

```

address-family ipv4
exit-address-family
!
!
interface GigabitEthernet3
vrf forwarding WEST
ip address 10.10.0.2 255.255.255.252
negotiation auto
no mop enabled
no mop sysid
!
router bgp 65500
!
address-family ipv4 vrf WEST
neighbor 10.10.0.1 remote-as 65000
neighbor 10.10.0.1 activate
exit-address-family
!
end

```

이 PE에서 확인할 마지막 정보는 VRF 레벨에서 목적지 IP에 대한 RIB 및 CEF 항목입니다. PE4에 표시된 항목에 접두사 172.16.1.0/24에 대한 RIB에 레이블이 없는 것과는 다릅니다. 그 이유는 이 경로가 CE에서 들어오는 경로이며 이 접두사를 VPNv4로 내보내기 전에 eBGP를 통해 학습되고 VRF 라우팅 테이블에 삽입되기 때문입니다. 이는 `show ip route vrf <name> <prefix>` 및 `show ip cef vrf <name> <prefix>` 명령을 사용하여 확인할 수 있습니다.

<#root>

PE1#

```
show ip route vrf WEST 172.16.1.10
```

Routing Table: WEST

Routing entry for 172.16.1.0/24

Known via "bgp 65500", distance 20, metric 0

Tag 65000, type external

Last update from 10.10.0.1 1w0d ago

Routing Descriptor Blocks:

\* 10.10.0.1, from 10.10.0.1, 1w0d ago, recursive-via-conn

opaque\_ptr 0x7F8B4E3E1D50

Route metric is 0, traffic share count is 1

AS Hops 1

Route tag 65000

MPLS label: none

PE1#

```
show ip cef vrf WEST 172.16.1.10
```

```
172.16.1.0/24
```

```
nexthop 10.10.0.1 GigabitEthernet3
```

이때 대상 접두사 172.16.1.0/24은 트래픽 CE(CE-EAST)의 소스에 의해 올바르게 학습되었으며

MP-BGP를 통해 올바르게 전파되었으며 PE 및 Ps 루프백의 레이블도 레이블 스위치 경로를 통해 학습된 것으로 확인되었습니다. 그러나 여전히 소스/대상 간의 연결성에 문제가 있으며 CE-WEST를 확인하는 마지막 라우터가 하나 남아 있습니다. 이 라우터에서 가장 먼저 확인할 사항은 라우팅 테이블입니다. 소스 IP 접두사 192.168.1.0/24이 다음 위치에 나타나야 합니다.

```
<#root>
```

```
CE-WEST#
```

```
show ip route 192.168.1.10
```

```
% Network not in table
```

```
CE-WEST#
```

"Network not in table(테이블에 없는 네트워크)"은 분명히 문제이며, BGP 테이블도 확인할 수 있지만 접두사를 찾은 후에는 확인할 수 없습니다.

```
<#root>
```

```
CE-WEST#
```

```
show ip bgp
```

```
BGP table version is 41, local router ID is 172.16.2.10
```

```
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,  
r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f RT-Filter,  
x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,  
t secondary path,
```

```
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```

```
RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found
```

	Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*>	172.16.1.0/24	0.0.0.0	0		32768	i
*>	172.16.2.0/24	0.0.0.0	0		32768	i

```
CE-WEST#
```

한 단계 뒤로 이동하면 이 PE1(Provider Edge Router)이 접두사를 eBGP 인접 디바이스 CE-WEST에 광고하는지 확인할 수 있습니다. 이 작업은 다음에 표시된 show bgp vpnv4 unicast vrf <name> neighbors <neighbor IP> advertised-routes 명령을 사용하여 수행할 수 있습니다.

```
<#root>
```

```
PE1#
```

```
show bgp vpnv4 unicast vrf WEST neighbors 10.10.0.1 advertised-routes
```

```
BGP table version is 61, local router ID is 10.10.10.1
```

```
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,  
r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f RT-Filter,  
x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,
```

t secondary path, L long-lived-stale,  
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete  
RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
Route Distinguisher: 65000:1 (default for vrf WEST)					
*>i 0.0.0.0	10.10.10.3	0	100	0	65001 i
*>i 192.168.1.0 10.10.10.4 0 100 0 65001 i					
<<<<<					
*>i 192.168.2.0	10.10.10.3	0	100	0	65001 i
*>i 192.168.3.0	10.10.10.4	0	100	0	65001 i

Total number of prefixes 4

이전 단계를 기준으로 PE1 라우터가 접두사를 CE-WEST에 올바르게 알리고 있음을 확인할 수 있으므로 CE측의 BGP 인접 디바이스를 살펴볼 때입니다.

<#root>

CE-WEST#

show ip bgp neighbors

BGP neighbor is 10.10.0.2, remote AS 65500, external link  
BGP version 4, remote router ID 10.10.10.1  
BGP state = Established, up for 1w4d  
Last read 00:00:40, last write 00:00:43, hold time is 180, keepalive interval is 60 seconds  
Neighbor sessions:  
1 active, is not multiseession capable (disabled)  
Neighbor capabilities:  
Route refresh: advertised and received(new)  
Four-octets ASN Capability: advertised and received  
Address family IPv4 Unicast: advertised and received  
Enhanced Refresh Capability: advertised and received  
Multiseession Capability:  
Stateful switchover support enabled: NO for session 1  
Message statistics:  
InQ depth is 0  
OutQ depth is 0

	Sent	Rcvd
Opens:	1	1
Notifications:	0	0
Updates:	3	17
Keepalives:	19021	18997
Route Refresh:	2	0
Total:	19029	19019

Do log neighbor state changes (via global configuration)  
Default minimum time between advertisement runs is 30 seconds

For address family: IPv4 Unicast  
Session: 10.10.0.2  
BGP table version 41, neighbor version 41/0  
Output queue size : 0  
Index 3, Advertise bit 0

3 update-group member  
Inbound path policy configured

Route map for incoming advertisements is FILTER

<<<<<

Slow-peer detection is disabled  
Slow-peer split-update-group dynamic is disabled

	Sent	Rcvd
Prefix activity:	----	----
Prefixes Current:	2	0
Prefixes Total:	4	23
Implicit Withdraw:	2	13
Explicit Withdraw:	0	10
Used as bestpath:	n/a	0
Used as multipath:	n/a	0
Used as secondary:	n/a	0

	Outbound	Inbound
Local Policy Denied Prefixes:	-----	-----
route-map:	0	4
Bestpath from this peer:	18	n/a
Total:	18	4

Number of NLRI in the update sent: max 2, min 0

Last detected as dynamic slow peer: never

Dynamic slow peer recovered: never

Refresh Epoch: 3

Last Sent Refresh Start-of-rib: 4d23h

Last Sent Refresh End-of-rib: 4d23h

Refresh-Out took 0 seconds

Last Received Refresh Start-of-rib: 4d23h

Last Received Refresh End-of-rib: 4d23h

Refresh-In took 0 seconds

	Sent	Rcvd
Refresh activity:	----	----
Refresh Start-of-RIB	1	2
Refresh End-of-RIB	1	2

Address tracking is enabled, the RIB does have a route to 10.10.0.2

Route to peer address reachability Up: 1; Down: 0

Last notification 1w5d

Connections established 3; dropped 2

Last reset 1w4d, due to Peer closed the session of session 1

External BGP neighbor configured for connected checks (single-hop no-disable-connected-check)

Interface associated: GigabitEthernet0/3 (peering address in same link)

Transport(tcp) path-mtu-discovery is enabled

Graceful-Restart is disabled

SSO is disabled

Connection state is ESTAB, I/O status: 1, unread input bytes: 0

Connection is ECN Disabled, Minimum incoming TTL 0, Outgoing TTL 1

Local host: 10.10.0.1, Local port: 179

Foreign host: 10.10.0.2, Foreign port: 39410

Connection tableid (VRF): 0

Maximum output segment queue size: 50

Enqueued packets for retransmit: 0, input: 0 mis-ordered: 0 (0 bytes)

Event Timers (current time is 0x4D15FD56):

Timer	Starts	Wakeups	Next
Retrans	19027	1	0x0
TimeWait	0	0	0x0
AckHold	19012	18693	0x0

```
SendWnd          0          0          0x0
KeepAlive        0          0          0x0
GiveUp           0          0          0x0
PmtuAger         0          0          0x0
DeadWait         0          0          0x0
Linger           0          0          0x0
ProcessQ         0          0          0x0
```

```
iss: 1676751051  snduna: 1677112739  sndnxt: 1677112739
irs: 2109012892  rcvnxt: 2109374776
```

```
sndwnd: 16061  scale:      0  maxrcvwnd: 16384
rcvwnd: 15890  scale:      0  delrcvwnd:  494
```

```
SRTT: 1000 ms, RTT0: 1003 ms, RTV: 3 ms, KRTT: 0 ms
minRTT: 0 ms, maxRTT: 1000 ms, ACK hold: 200 ms
uptime: 1036662542 ms, Sent idletime: 40725 ms, Receive idletime: 40925 ms
Status Flags: passive open, gen tcbs
Option Flags: nagle, path mtu capable
IP Precedence value : 6
```

Datagrams (max data segment is 1460 bytes):

Rcvd: 37957 (out of order: 0), with data: 19014, total data bytes: 361883

Sent: 37971 (retransmit: 1, fastretransmit: 0, partialack: 0, Second Congestion: 0), with data: 19027,

Packets received in fast path: 0, fast processed: 0, slow path: 0

fast lock acquisition failures: 0, slow path: 0

TCP Semaphore 0x0F3194AC FREE

이전 출력에서는 "FILTER"라는 이름의 수신 알림에 대해 적용된 경로 맵이 있음을 알 수 있습니다. 경로 맵 컨피그레이션을 살펴본 후 192.168.0.0/16에 대한 permit 문이 있는 접두사 목록을 가리키는 match 절을 표시합니다. 그러나 접두사 목록이 해당 특정 접두사만 허용하고 이 범위에 포함될 수 있는 접두사 중 일부만 허용하지 않으므로 이는 올바르지 않습니다.

<#root>

CE-WEST#

show route-map FILTER

```
route-map FILTER, permit, sequence 10
  Match clauses:
```

```
ip address prefix-lists: FILTER
```

```
Set clauses:
```

```
Policy routing matches: 0 packets, 0 bytes
```

CE-WEST#

show ip prefix-list FILTER

```
ip prefix-list FILTER: 1 entries
```

```
seq 5 permit 192.168.0.0/16
```

<<<<<

CE-WEST#

show run | i ip prefix-list

ip prefix-list FILTER seq 5 permit 192.168.0.0/16

접두사 목록 컨피그레이션이 약간 변경되면서 192.168.1.10으로 향하는 경로가 이제 RIB에 설치됩니다.

<#root>

CE-WEST#

show run | i ip prefix-list

ip prefix-list FILTER seq 5 permit 192.168.0.0/16 le 32

<<<<<

CE-WEST#

show ip bgp

BGP table version is 44, local router ID is 172.16.2.10

Status codes: s suppressed, d damped, h history, \* valid, > best, i - internal,  
r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f RT-Filter,  
x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,  
t secondary path,

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found

	Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*>	172.16.1.0/24	0.0.0.0	0		32768	i
*>	172.16.2.0/24	0.0.0.0	0		32768	i

\*> 192.168.1.0 10.10.0.2 0 65500 65001 i

<<<<<

*>	192.168.2.0	10.10.0.2			0 65500	65001 i
*>	192.168.3.0	10.10.0.2			0 65500	65001 i

CE-WEST#

show ip route 192.168.1.10

Routing entry for 192.168.1.0/24

<<<<<

Known via "bgp 65000", distance 20, metric 0

Tag 65500, type external

Last update from 10.10.0.2 00:00:37 ago

Routing Descriptor Blocks:

\* 10.10.0.2, from 10.10.0.2, 00:00:37 ago

Route metric is 0, traffic share count is 1

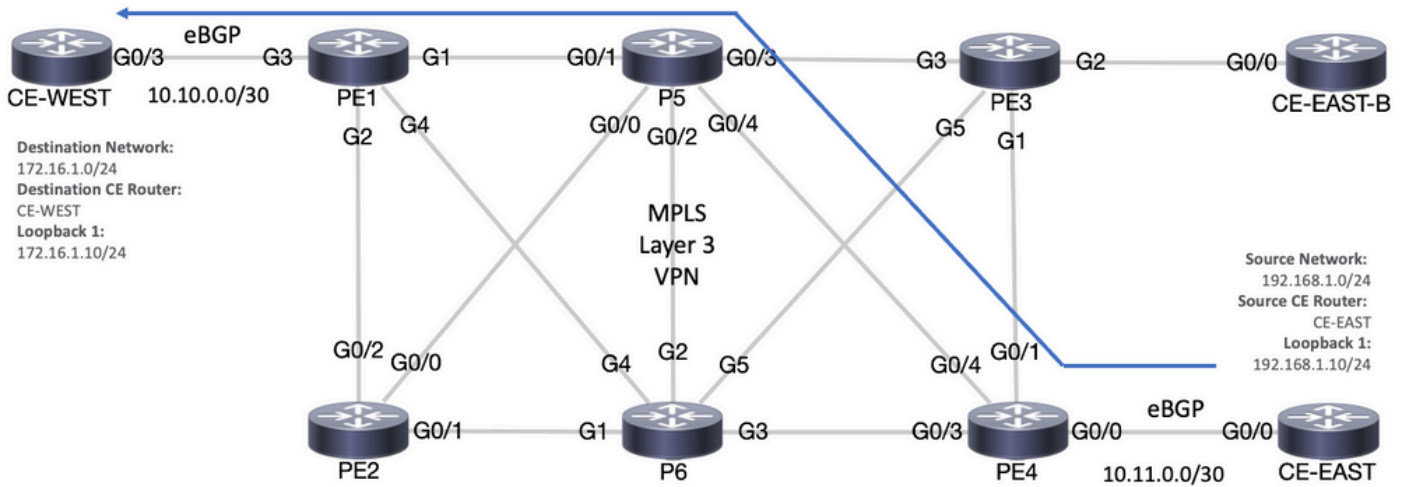
AS Hops 2

Route tag 65500

MPLS label: none

# 확인

이제 소스와 대상 간의 연결에 성공했으며 traceroute가 MPLS 네트워크 전체에서 추적한 동일한 레이블 스위치 경로를 통과하는지 확인할 수 있습니다.



전달 경로

```
<#root>
```

```
CE-EAST#
```

```
ping 172.16.1.10 source loopback 1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.1.10, timeout is 2 seconds:
```

```
Packet sent with a source address of 192.168.1.10
```

```
!!!!!
```

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

```
<<<<<
```

```
CE-EAST#
```

```
traceroute 172.16.1.10 source loop1 probe 1 numeric
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Tracing the route to 172.16.1.10
```

```
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
```

```
 1 10.11.0.2 2 msec
```

```
 2 10.0.0.16 [MPLS: Label 24001/16 Exp 0] 9 msec
```

```
 3 10.10.0.2 [MPLS: Label 16 Exp 0] 8 msec
```

```
 4 10.10.0.1 9 msec
```

```
RP/0/0/CPU0:P5#
```

```
show ipv4 interface brief
```

```
Wed Sep 20 18:23:47.158 UTC
```

Interface	IP-Address	Status	Protocol	Vrf-Name
Loopback0	10.10.10.5	Up	Up	default



```

MgmtEth0/0/CPU0/0          unassigned      Shutdown      Down      default
GigabitEthernet0/0/0/0     10.0.0.7       Up            Up        default

GigabitEthernet0/0/0/1 10.0.0.1 Up Up default

<<<<<
GigabitEthernet0/0/0/2     10.0.0.10     Up            Up        default
GigabitEthernet0/0/0/3     10.0.0.14     Up            Up        default

GigabitEthernet0/0/0/4 10.0.0.16 Up Up default

<<<<<
RP/0/0/CPU0:P5#

```

## Cisco IOS XE 확인 명령

<#root>

### MPLS/LDP

```

show mpls interfaces
show mpls forwarding-table
show mpls ldp bindings [destination prefix]
show mpls ldp neighbor [neighbor address]
clear mpls ldp neighbor [neighbor address|*]

```

### RIB and CEF

```

show ip vrf [detail]
show run vrf
show ip route [destination prefix]
show ip route vrf <name> [destination prefix]
show ip cef vrf <name> [destination prefix]
show ip cef exact-route <source IP> <destination IP>
show ip cef vrf <name> exact-route <source IP> <destination IP>

```

### BGP/VPNv4

```

show ip bgp [neighbors] <neighbor address>
show bgp vpnv4 unicast all [summary|destination prefix]
show bgp vpnv4 unicast all neighbor <neighbor address> advertised-routes
show bgp vpnv4 unicast vrf <name> neighbors <neighbor IP> advertised-routes
show bgp vpnv4 unicast vrf <name> <prefix>
show bgp vpnv4 unicast rd <value> <destination IP>

```

## Cisco IOS XR 확인 명령

<#root>

## MPLS/LDP

```
show mpls interfaces
show mpls forwarding
show mpls ldp bindings [destination prefix/mask]
show mpls ldp neighbor [neighbor address]
show mpls forwarding prefix [destination prefix/mask]
show mpls forwarding prefix [destination prefix/mask] detail hardware egress
clear mpls ldp neighbor [neighbor address]
```

## RIB and CEF

```
show vrf [name|all]
show run vrf [name]
show route [destination prefix]
show route vrf <name> [destination prefix]
show cef vrf <name> [destination prefix]
show cef exact-route <source IP> <destination IP>
show cef vrf <name> exact-route <source IP> <destination IP>
```

## BGP/VPNv4

```
show bgp vpnv4 unicast [summary|destination prefix/mask]
show bgp vpnv4 unicast neighbors <neighbor address> advertised-routes
show bgp vpnv4 unicast vrf <name> [prefix]
show bgp vrf <name> neighbors <neighbor IP> advertised-routes
show bgp vpnv4 unicast rd [value|all] [destination IP]
```

## 관련 정보

- [MPLS 기본 MPLS 컨피그레이션 가이드](#)
- [기본 MPLS VPN 네트워크 설정](#)
- [MPLS VPN 문제 해결 방법](#)
- [세그먼트 라우팅 SP에서 엔드 투 엔드 연결 확인](#)

이 번역에 관하여

Cisco는 전 세계 사용자에게 다양한 언어로 지원 콘텐츠를 제공하기 위해 기계 번역 기술과 수작업 번역을 병행하여 이 문서를 번역했습니다. 아무리 품질이 높은 기계 번역이라도 전문 번역가의 번역 결과물만큼 정확하지는 않습니다. Cisco Systems, Inc.는 이 같은 번역에 대해 어떠한 책임도 지지 않으며 항상 원본 영문 문서(링크 제공됨)를 참조할 것을 권장합니다.