

山区道路特殊构造物

Г.Д. 托帕列夫 著
趙玉璋 譯

人民交通出版社

目 录

序 言

一、山区道路上的泄水及排水构筑物.....	3
二、山区道路上的調治构筑物及护岸构筑物.....	7
三、沿整修的河岸边坡修筑的溜板式护岸构筑物.....	14
四、防御及排泄泥石流的构筑物.....	18
五、山区道路上的防雪构筑物.....	23
六、擋土牆及防护构筑物.....	26

序 言

山区道路一般均通过地势陡峭、悬岩直立的山坡及半路壑，沿着盆地与峡谷前进，跨过许多大小河流及溪澗，而全綫各处的气候与水文地质条件有很大的差别。

山区道路及道路构造物的稳定性与完整性，完全是由当地的地形及山上岩石的层理状况来决定的。

由于气候因素的作用，山区道路通过地区的地形可能在较短时间内改变。外高加索地方的一些道路可以说明这个问题。这些道路所通过的山区，其地形在50~60年内由于沿道路形成许多大大小小的冲溝（溝内有着大量的泥石流冲积物）而发生了很大的变化。路基和许多小桥甚至中桥曾被泥石流冲积物冲坏了。

降雨及气温的急剧变化等气象因素是地形变化的主要原因。由于这些因素，使山区河流及溪澗的流量与水位的变化又大又快。这些变化在一年内周期性的重复出现。山区河流及溪澗的河床坡度很大，造成很大的流速，使河岸及路基遭到冲刷。如果河床未进行应有的加固，则河床的外形改变，而使冲刷走的物质淤积在别的地方。

山区道路也常因崩塌及滑坍而被破坏。冬季中有些地方形成雪堆，滑坍及很大的雪崩，使道路难以使用。

从以上所述可以看出，山区道路与平原区道路的修筑与养护有着本质上的区别。

为了保证山区道路能够全年安全通车，必须建筑许多用途不同的工程构造物。这些构造物计有：

1、排水及泄水的道路构造物：涵管、桥梁、渡槽溢流堰、旱

桥、透水路堤、虹吸管、浅水明渠、天溝、鋪砌的引水溝及急流坡明渠；

2、調治、排去或約束河流及冲溝的泥石流，保护河床与冲溝的坡面、路基、人工構造物及其他形式的構造物不被上述的泥石流冲毀的护岸及調治的構造物。这些構造物計有：縱向导流堤与擋水堤、堤、丁堤及一些其他形式的構造物；

3、防御泥石流及排泄泥石流的構造物，是为了保护路基及人工構造物不被山洪泥石流及其冲积物所冲毀。这些構造物計有：用来緩和冲溝河底陡峻坡度与减低流速的河槽擋土堤堤及坎檻；儲存冲积土的沉积堤；由道路下順利通过泥石的泥石渡槽及迅速直接由道路行車部分排除山洪泥石流的浅水明渠；

4、保护路基不受雪崩、局部滑下与堆积危害的防雪及防雪崩的構造物。这些構造物計有：明峒、盖棚、擋雪与导治雪崩的擋土牆以及沿山坡植造灌木林并將山坡修成阶梯狀，以防止雪层由坡頂滑下。

必須指出，上面所列举的構造物并未包括所有的山区公路特殊構造物。此外，还有擋土牆、悬出路台、半悬出路台、隧道、半隧道及其他各种構造物。

下面將扼要地說明上述特殊構造物中的某些構造物的建筑經驗与使用效果。格魯吉亞苏維埃社会主义共和国的道路員工曾在外高加索采用过这些構造物。

一、山区道路上的泄水及排水构造物

排水构造物及泄水构造物在山区道路上具有特别重要的地位。山区的湍急水流的流速很大，对道路的破坏常常是很严重的，因此，上述的构造物能否正常工作，关系着路基的养护及沿路交通的畅通。

山区道路上的排水及泄水构造物与平原区道路上同样的构造物不同之点在于：山区构造物一般均建筑在纵横坡度很大的地方。这种很大的坡度造成了很大的流速。在这种情况下，为了造成不致使道路构造物破坏的流速，必须利用各种辅助的人工构造物最大限度地降低纵横坡度，或预先采取措施使天然流速很大的水流能通过构造物。

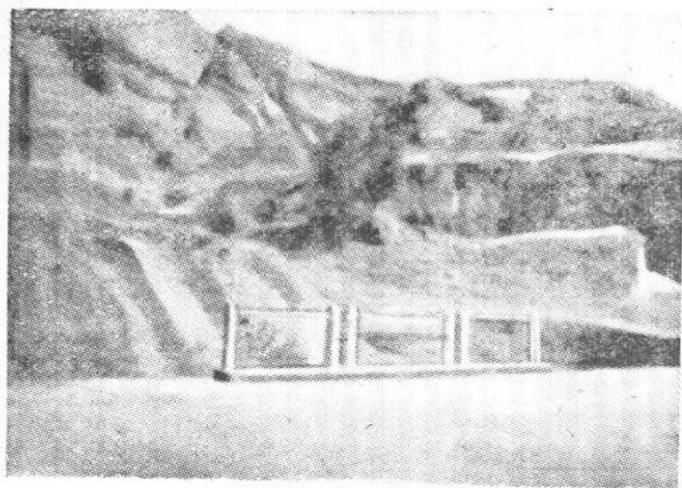


图1 带河床挡土墙的急流坡

每1公里山区道路上常有5~7座小桥及涵管。

根据当地的条件及小型构造物的用途，在其引道上设置水流的消力设备——消力池、河床挡土墙（图1），或设置急流坡式的严密加固的特种人工河槽（图2）。

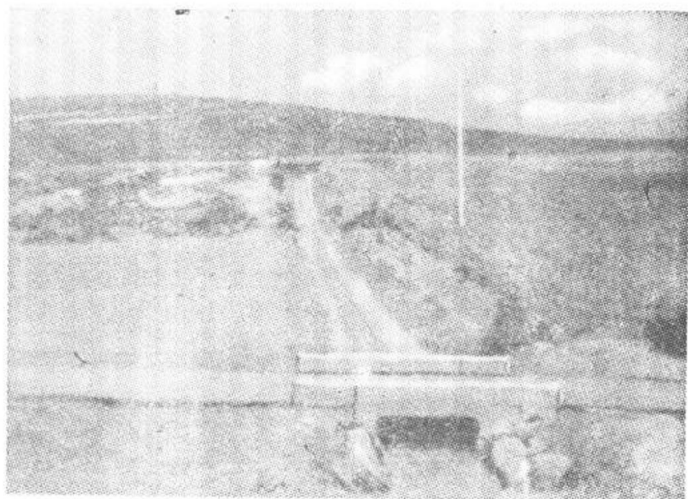


图2 混凝土急流坡

在个别情况下联合采用上述措施较为适宜（见图1）。

在山区道路上的排水构造物中，很多地方都特别注意采用大跨度的桥来跨越山区泥石流河。这种山区河流（图3）在大量溶雪及暴雨时期变成名为“山洪泥石流”的泥石流。这种泥石流从山上挟下大量的石块及小粒径的碎石使水流成为泥潭浊流。

由于道路在山区山洪泥石流河上有着很多的人工构造物，因此河流中的冲积物常常淤积在构造物处。淤积物逐渐增加后，大大地缩小了河槽的泄水断面，而有时还将桥孔全部堵塞（图4）。

山区河流由于暴雨而形成的洪水水流是很湍急的，并在个别情况下会造成灾害。此时泥石流冲毁和湮没的区域很大，破坏了道

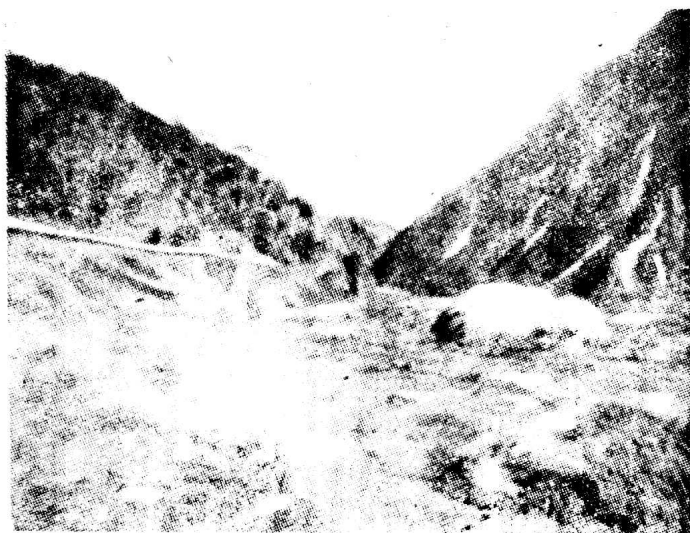


图3 沿山区泥石流河的道路

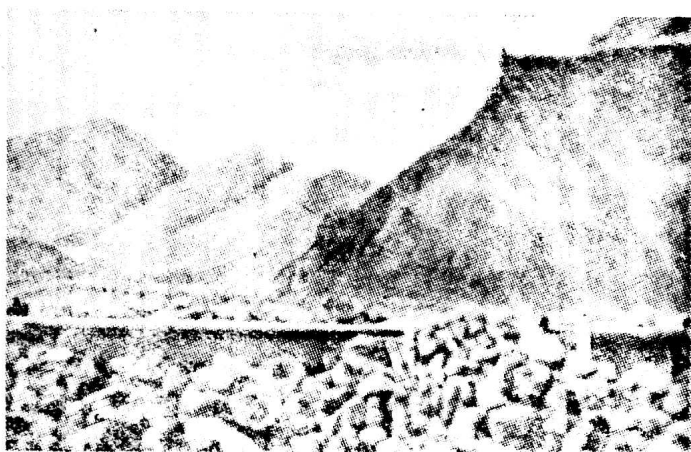


图4 被巨大的块石堵塞的钢筋混凝土梁式桥

路、桥梁、房屋以至整个的村庄。1953年在某条山区道路上所发生的天然灾害，可以作为泥石流河破坏作用的实例。当时由于下了3.

小时的暴雨，3.5公里道路被两条泥石流河的水流全部冲坏了，约有6公里道路遭受到损伤。桥梁及其他构造物也遭到很大的破坏（图5）。



图5 山区道路被冲坏的情况

按照粗略的计算，上述河流在3~4小时内，把200万立方公尺左右的岩石带到干流中。

这些冲积物的第一个浪头在干流河槽中堆起8~10公尺高的大坝，以后该坝被强大的水流推力冲破。此后，这股巨浪挟着大量的石块急速流下，使道路遭受巨大的损伤。

防止大中河流（特别是泥石流河）的破坏作用的问题是很复杂的①。

根据当地的条件，合理地选择与修建桥梁及护岸构造物，就能减轻河流（特别是泥石流河）的破坏作用。

为使泥石流河上的桥能正常的工作，首要的条件是尽可能地减

① 防止这类现象发生的问题，要在每一个具体情况下来专门解决。

少中間墩的数量，因为中間墩会使冲积物在它附近淤积，因而产生分流，并使每个跨度內的淨孔减小，这样对桥下泥石流の暢通是很不利的。因此，山洪泥石流河上的桥梁应尽可能采用大跨徑（图6）。确定桥梁高度时，应该考虑到当桥下一部分空間被冲积物堵塞后，还能使冲积物无阻地通过。

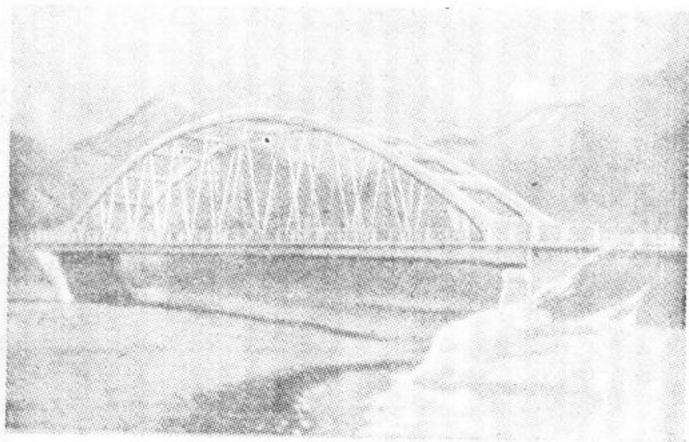


图6 跨越山洪泥石流河的鋼筋混凝土桥

选择桥梁的体系及桥跨的数量时，应在每个具体情况下按当地条件去决定。

二、山区道路上的調治構造物及护岸構造物

一 般 知 識

山区道路在大多数情况下均沿着河谷修筑，并由于地形及地質条件的限制，道路往往設在靠近湍急水流水抹綫的台地上。水流与河槽相互作用：其相互作用一方面是河槽引导水流，而另一方面是

泥砂（冲积土）在水流的作用下被水流挟走而沉积在别的地方，并使河槽的形状改变。同时泥砂则按粒度分别沉积。

水流在重力作用下沿着河床移动时具有一定的能量，这种能量能够作功。我们知道，这种功的大小决定于水流的速度及径流的多少。

河流，特别是山区河流的上游储有很大的位能。这种位能一大部分消耗在液体质点间的内摩擦上，而一小部分则消耗在其他的侵蚀作用上，例如：冲刷与破坏作用以及沿河床推移悬浮状态的岩石（石块、卵石、砂及其他物质）的作用。这样，由于水位的变动，河里几乎不断地发生泥砂离开河床——侵蚀、泥砂顺流挟下以及沉积下来等三个基本过程，使河床变形。

侵蚀作用在很大程度上出现在河流的上游，特别是在山区河流的上游，因为这些地方的坡度很大，因而发生很大的流速。

必须指出，侵蚀作用——更正确的说是剥蚀作用，特别是在河流中挟带石块、卵石及其他固体物质的地点经常出现，这些物质破坏河床及河岸。

当坡度很大的支流、溪涧及冲沟在下雨期间把大量破碎的岩石冲积物送至干流中时，这类破坏现象就更为严重，冲积物常使干流中产生水锤而涌向对岸，使河岸遭受冲刷与破坏。

侵蚀现象在下游河段中很少出现。下游河段上由于流速小主要是储存冲积土，因此，在冲积土中出现乱流，形成新的叉流、沙洲及浅滩。

水流与河床的相互作用使河床的形状不断改变，因此在设计桥位、防护人工构造物及防止河流破坏作用的道路构造物时，必须考虑这些因素。这些构造物可以使流速的分布状况改变，并使河床变形，这对于河岸及位于其上的道路及构造物的稳定性是很危险的。

设计及建筑的經驗表明，山区道路上的人工构造物的造价可达

道路总造价的20~30%。由此可见，山区河流河槽的調治工作是一个很复杂的水力問題，除了在理論上研究山区河床的形成規律以外，研究山区河流的特性及对条件相似的已建成的構造物的工作情况进行系統地观测和研究，是有很大的意义的。不正确的对待这个很复杂的问题往往会导致不良的后果。这个问题可以用格魯吉亞某条山区河流桥位处的調治情况作为例子来说明。那里沒有修建护岸構造物，而根据錯誤的計算却补充修筑了長22公尺的跨空結構。这样做的結果，由建桥时起在6年多的時間内，为了防护桥梁，需要經常修建造价很貴的临时性的裝石柴坝，直到1955年才修建了原設計規定的护岸工程。由此可见，除了理論根据以外，对山区河流及其構造物的工作进行实际观测，是具有很大意义的，并且不应该忽视这一点。观测的經驗是理論根据的补充材料。虽然这个问题很重要，但直到目前为止还没有給以应有的注意。

护岸及調治工作的目的，是在高水位时使道路及構造物不会遭到河流的破坏。因此，还有必要簡要地介紹一下护岸及調治構造物的种类及形式。这些構造物在格魯吉亞共和国的山区河流上曾經采用过。在下面將对这些構造物作簡要的說明。

坝、斜丁挑水坝

縱向导流坝（图7）是防止河中湍急水流对路基冲刷的構造物，这种構造物的作用是消极的。这种構造物并不縮小河槽的泄水断面，但能使水流沿着路基順利的通过。

实际上在导流坝之前还修筑短的斜丁坝（图8及图9）。在这种情况下一部分河床被占去，而以天然淤积的方法来填滿斜丁坝之間的空間。在这种情况下，为了更可靠地防护具有許多缺点的縱向坝及路基，曾修筑了这些丁坝（见图9），由于斜丁坝之間的空間填滿了河流冲积土，这就給树木沿坝成長創造了有利条件；植树是



图7 縱向石砌导流坝

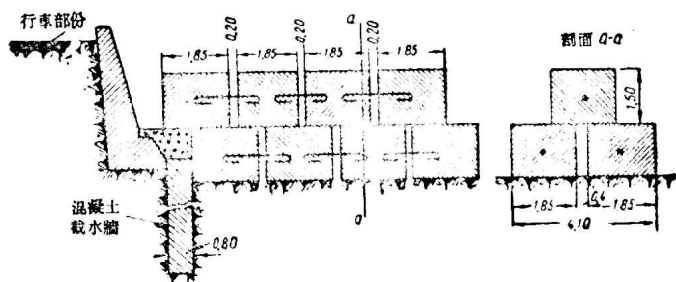


图8 設于导流坝前面的斜丁坝

防止道路被冲刷的最好方法。

在1940年以前，保护斜丁坝及坝的唯一方法是在斜丁坝及坝体（图8与图10）的前面修筑横堤式的截水牆。横堤式截水牆用混凝土或石块砌成，厚度为0.8~1.2公尺，由于考虑到冲刷，其砌置深



图9 由大块混凝土砌体筑成的迎斜丁坝工程横断面

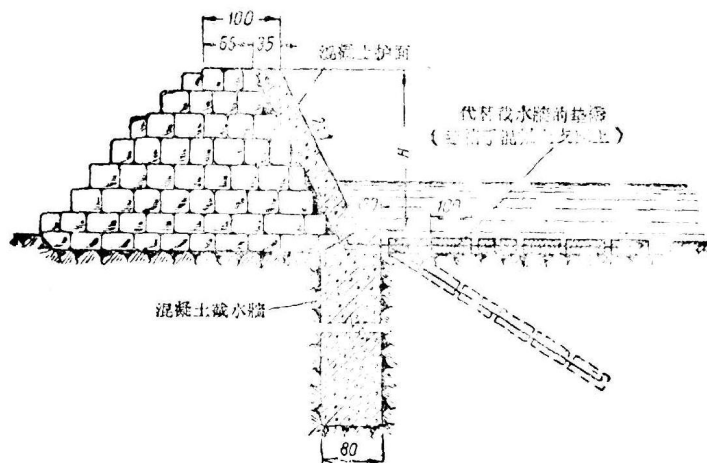


图10 在坝前修筑柔性混凝土垫层的示意图

度往往在河底以下3~6公尺。

修建上述形式坝的困难之处在于砌筑截水墙，因为要在很狭窄

的地区（基坑中）进行排水工作，而基坑的寬度只有1~1.5公尺，且有相应的支撑。

在1938~1940年間为了使这类坝易于施工，采用直接鋪在河底表面的柔性混凝土垫褥来代替这种直立式的截水牆；首先是黑海铁路員工采用这种措施，随后格魯吉亞共和国的道路員工也采用这种措施。垫褥由25~40公分厚的單个的板組成，其間以鋼筋連系，同时鋼筋連結在坝体上。河流冲刷坝附近的河底，使柔性垫褥逐漸下陷，并使它与坝成一定的傾斜位置（見图10虛綫所示），垫褥上盖滿泥土之后能防止进一步地冲刷。

实践証明，柔性垫褥的工作情况很好，防止冲刷的功用很大。柔性垫褥較横堤式截水牆的造价便宜50~70%。

目前在格魯吉亞共和国的道路上，只有垫褥式的导流及护岸構造物被广泛地采用着。

斜丁坝一般均修得很短——8~20公尺。長30~50公尺的斜丁坝称为挑水坝。

根据当地的条件、地形及河水的流速，斜丁挑水坝可以垂直于防护的对象，或与所防护的对象成一傾斜角度，其方向可对着水流的上游或下游。

在山区河流条件下大量采用8~20公尺長的短斜丁坝。实践証明，当斜丁挑水坝之間的距离不大于其長度的3倍时，斜丁挑水坝工作的很好。

为了更大地約束水流，在实践中常采用名为擋水坝（图11）的構造物。当有可能將河中水流引入附近的旧河道或叉流时，建筑这种坝最为适宜，并能得到良好的結果。擋水坝往往伸至河灘寬度的 $\frac{2}{3}$ 处，并与河岸成30~45°的角度。

在1939年以前，挑水坝、斜丁坝及擋水坝只修成具有直立横堤式截水牆的实体形式（見图10及图11）。

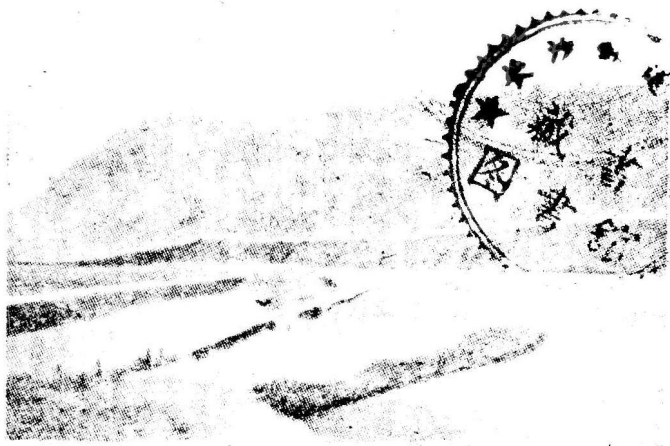


图11 挡水坝

从1939年起采用了大小为1.5~2公尺及2公尺以上的、以钢筋相互連結的混凝土砌体（图8及12）使护岸及調治构造物的修筑加快，并使其造价大为降低。这种形式的調治构造物修成阶梯狀，并应高出河底一定的尺寸，以防止河流的冲型。

由單个大块砌体構成的上述形式的構造物是柔性的而且很容易



图12 由單个大块砌体组成的短斜丁坝

变形，这是由于基底下土壤冲刷后，空出了需要填充的位置（见图9）。必要时，在大块砌体陷入泥土中以后，可以將它加高。

由相互連結的單个大块砌体筑成的构造物的造价，比带有垫褥的实体构造物要降低20~30%。在調治山区河流及作其他加固的工程中，采用这种斜丁挑水坝式的构造物是有良好效果的。

这种大块砌体如同柔性垫褥一样，由于水流的作用而下陷至可能冲刷的标高上。

三、沿整修的河岸边坡修筑的溜板式护岸构造物^①

1940年年初，曾用混凝土溜板在里昂尼河上約200公尺長的河岸上沿着边坡作了試驗性的护岸工程^②（图13）。这种类型的护岸构造物的造价比另一种同样用途的构造物要降低60%。这种构造物易于修筑，并在防止河岸强烈冲刷上具有良好的效果。

当里昂尼河岸边水深3.5公尺时，河边的陡岸由岸頂至低水位間的高度为3.0~4.5公尺。河岸由易于冲刷的粉砂構成。遭受冲刷的河岸在某些地方距道路不超过30~50公尺。

用溜板护岸的方法如下：

向道路一面讓出5公尺，由水抹綫起沿着冲刷的河岸挖成一道寬2公尺的半壕塹，而河岸边坡是按60°切成的。从壕塹及坡面上挖出的泥土拋入河中，并可能用它来修建2公尺寬的土台，以补充位于水位标高处的半壕塹。在这个寬4公尺的土台上砌筑柔性混凝土垫褥，而沿着已进行严格整平的河岸坡面鋪設10~15公厘厚的木板。在已鋪的木板上逐个制作，澆筑間隙为3公分的混凝土板的模

① 茹拉夫列夫工程师提出的与此相近似的非柔性混凝土垫褥的构造物曾采用于外高加索的鉄路上，但有时完成得草率，因而其功用不能令人滿意。

② 按照作者的設計。

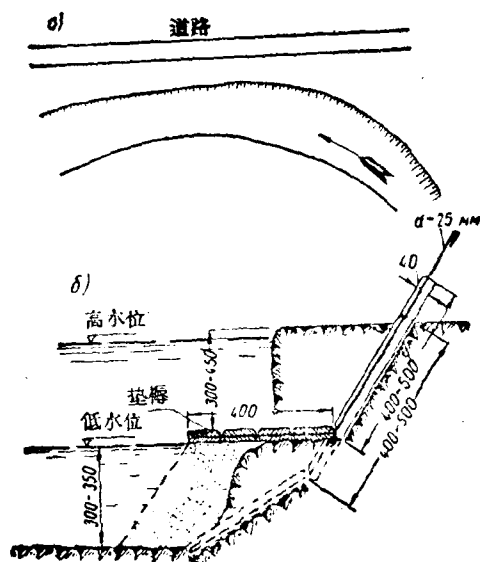


图13 沿河岸边坡修筑的混凝土溜板式护岸构造物示意图

a —— 平面图; 6 —— 横剖面图

板。混凝土板厚40公分，其中設置一根直徑25公厘的圓鋼条，在需要接長混凝土斜溜板的情況下，該鋼条在頂端伸出1~1.5公尺。这些板与柔性混凝土垫褥連結在一起。滿三天后取下模板。

由于春汛的到来，垫褥下的土壤被冲刷，因而使垫褥下陷。在某些地方河底的冲刷較設計規定的大。在这些地段中的斜鋪混凝土板由于柔性垫褥下陷也順着河岸边坡滑下。終于使这个护岸构造物成为图14所示的形式。

上述的构造物仅用了6年；后来河水自动退至与道路相距0.5公里以外。現在这个构造物已不起作用了。里昂尼河这种現象可以認為是河床变迁的暫時現象。

当設計护岸构造物时，溜板鋪設的傾斜角度和溜板的大小是按