

筐网基桩群对桥墩冲刷保护之探讨

黄进坤¹, 卢之伟²

(1. 台湾成功大学水利及海洋工程学系, 台湾 台南 70101; 2. 台湾高雄第一科技大学营建工程系, 台湾 高雄 82445)

摘要: 室内试验证明利用在基桩上部增设筐网, 增大基桩对水流流速减少的效果, 以提高基桩群对桥墩保护效率。在实际应用于桥墩冲刷保护时, 将于桥墩上游布置三角形筐网基桩群, 以减弱水流流速降低桥墩冲刷, 同时可以阻挡漂流木对桥墩撞击, 达到保护桥墩的功效。例举台湾 3 座桥墩保护, 经由洪水作用后均能达到减少冲刷之效果, 且漂流木不再冲击桥墩, 对保护桥墩安全提供一良好的工法, 值得善加应用。

关键词: 桥墩冲刷; 冲刷控制; 基桩群; 筐网

中图分类号: TU473.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-4548(2013)S2-0982-04

作者简介: 黄进坤(1959-), 男, 台湾台南人, 博士, 副教授, 主要从事水利工程、冲刷控制等方面的研究与教学工作。E-mail: ckhuang@mail.ncku.edu.tw。

Protection of bridge scour using pile groups with porous basket

HUANG Chin-kun¹, LU Chih-wei²

(1. Department of Hydraulic & Ocean Engineering, Taiwan Cheng Kung University, Tainan 70101, China; 2. Department of Construction Engineering, Taiwan Kaohsiung First University of Science and Technology, Kaohsiung 82445, China)

Abstract: The pile with porous basket can provide a better effect for velocity reduced than the one without porous basket in the lab tests. Therefore, group piles with porous baskets setting in the front of three bridges are used for protection in the field in Taiwan. From the results, the pile groups with porous baskets not only reduce the flow velocity owing to weaken scour depth of pier, but also resist the drifters to impact the piers. Hence, the method of the piles with porous basket to protect pier scouring is thought to be a very recommendable skill.

Key words: pier scour; control erosion; pile group; porous basket

0 引言

台湾桥梁的安全受桥墩冲刷影响一直是极为重要的课题, 每逢台风或连续暴雨时, 桥墩是否会造成严重冲刷而危及桥梁, 常是有关单位最忧心且最关切的问题。如在 1996 年之贺伯台风造成极为严重的桥墩冲刷而造成多处断桥灾害, 另如于 1990 年桃芝台风使得台中市旱溪东门桥下陷及高屏大桥落桥事件更是震惊社会, 尔后亦陆续有桥梁因冲刷而断桥发生, 如义林桥、六龟大桥、后丰大桥、甲仙大桥及双园大桥等桥梁。可见如何维护桥梁安全, 减少桥墩冲刷为一重要课题。

在减少桥墩冲刷工法上, Melville 等 (1999)^[1] 依其机制大略可以分为两类: 护甲作用和减缓流速, 主要有铺置块石或蛇笼, Souza 等 (1959)^[2]、Posey (1974)^[3]、Chiew (1995)^[4]; 第二类有于桥墩中加上环套, 以减弱向下水流, Chiew (1992)^[5], 或于桥墩前面设置前置桩群以减弱对桥墩的冲刷力量, Melville 等 (1999)^[1], 或利用底部导流式隔板 (Iowa van) 形成

一反向涡流以减弱冲刷 Odgaard 等 (1991)^[6]、Lauchan (1999)^[7], 或利用表层隔板减弱水流对桥墩冲刷, Huang 等 (2005)^[8]。就造成局部冲刷之力学机制而言, 其为一种输砂不平衡的现象所造成, 即是进入桥墩冲刷区的泥砂比移出者为少时, 将造成桥墩冲刷。因此, 在考虑保护工法上, 除了加强河床抗冲能力及减弱水流强度外, 另一重要思考模式为如何形成一种条件, 使得进入桥墩冲刷区的泥砂产生淤积现象, 而达到降低冲刷的效果。本文所采用筐网基桩群桥墩保护为此方式之应用。

1 筐网基桩群之特性

所谓筐网基桩群, 是在基桩上部再加上一透水性筐网, 以达到减少水流速度之效果, 图 1 为单一筐网基桩之型式, 基桩上部放置筐网, 其高度为 1~2 m, 筐网下部以基座架连接于基桩上, 筐网将放置其上,

另在筐网上部再加上固定架, 是防止因为基桩倾斜, 而造成筐网脱离, 基桩必须打入河床内以稳定基桩, 其深度依不同河床条件而定。图 2 为实际施做的筐网基桩, 筐网以 PE 网、铁丝网、PVC 螺杆、铁筐及木条组合而成为高透水且抗压之结构体, 其可以有效防止水流作用及漂流木之撞击, 因为其为一多孔透水性结构体, 水流通过其中时, 可以消减水流能量, 以减少对桥墩冲刷。

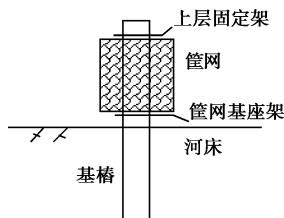


图 1 单一筐网基桩示意图

Fig. 1 Sketch of a single pile with porous basket

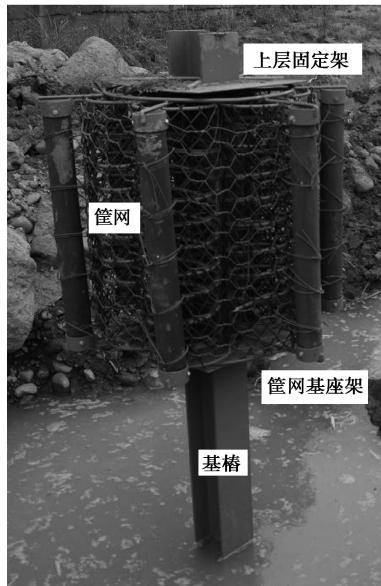


图 2 现地施做之筐网基桩

Fig. 2 Single pile with porous basket in field

对于筐网基桩在桥墩保护上的应用, 必须以筐网基桩群加以施做, 基桩群之布置形态为三角形, 可以有效地防止漂流木附着在筐网群中, 以减少水流对筐网基桩群之作用力。图 3 为筐网基桩群对桥墩保护布置示意图, 筐网基桩群布置于桥墩上游后, 水流通过筐网将产生消能作用, 在其下游遮蔽区域产生流速减缓, 而在筐网群两侧受到横向束缚及其下部垂直束缚而产生流速增加的现象, 然而在筐网上层水流不受筐网阻水作用, 仍保持原本流速通过筐网。在筐网下层的泥沙受到此垂直束缚的作用, 快速移动通过筐网, 但是在接近桥墩时流速减弱, 以致于快速通过筐网泥沙可以在桥墩四周增加淤积, 以减弱桥墩冲刷的效果。

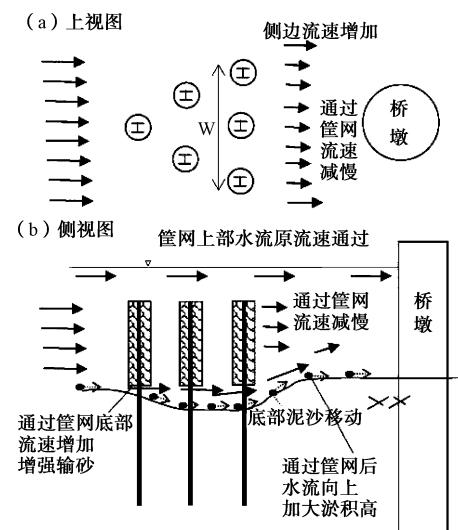


图 3 筐网基桩群对桥墩保护布置示意图

Fig. 3 Sketch of pier protected by piles with porous baskets

2 案例研究

本文针对台湾南部嘉义地区的 3 座桥进行现场试验, 所在地之河床底部多属砾石材质, 其所在位置如图 4 所示。于桥梁保护工法设置后, 曾面临到莫拉克台风所带来之豪大雨考验, 于此区域最近之雨量测站的雨量图 (图 5) 中可看出, 瞬间时雨量超过 80 mm 以及 36 小时累积雨量超过 600 mm。

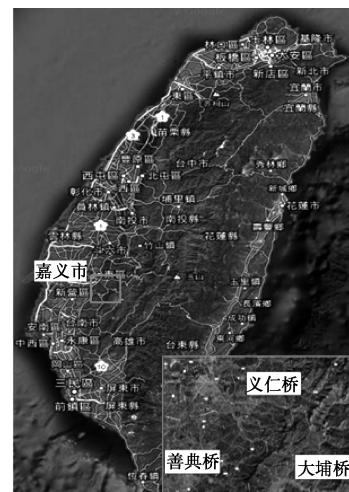


图 4 基地所在地地图

Fig. 4 Location of study sites

2.1 大埔桥墩保护

此桥座落在急水溪支流龟重溪上, 桥长 60 m, 路宽 5.13 m, 共有两座桥墩, 桥墩型式为上细下粗之圆锥形沉箱基础, 基础座落于岩盘上, 两墩跨距为 20 m, 桥墩中心与河岸之距离亦约 20 m。图 6 为大埔桥未施做筐网基桩群保护前的状况, 桥墩上面附着大量竹子, 此将增加桥墩受力及增大桥墩冲刷深度。图 7 为在桥墩上游布置一座三角形式的筐网基桩群, 基桩群在筐

网上下层再以 H 钢加以连结, 以增强抗冲能力。

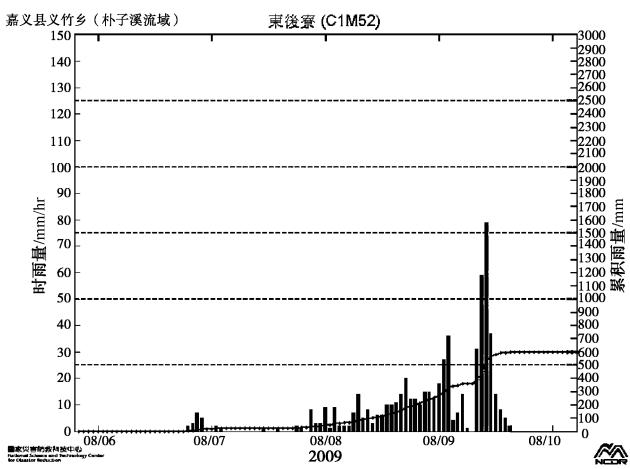


图 5 现地雨量站于莫拉克台风时所测得之雨量

Fig. 5 Rainfall measured during Typhoon Morakot at rainfall station near field



图 6 大埔桥筐网施工前状况

Fig. 6 Dapu Bridge having some drifters



图 7 大埔桥上游布置筐网基桩群

Fig. 7 Dapu Bridge protected by piles with porous baskets

桥墩受到多次洪水作用后, 其地形变化如图 8 所示, 尤其是 2009 年 8 月 8 日的莫拉克台风, 在台湾造成极大灾害, 此处洪水最高水位达到梁底下。依图 8 的地形变化可以得知, 桥墩受到筐网基桩群的保护后, 在桥墩附近的河床高度较大, 较深的河槽介于两桥墩中间, 如此可以减少桥墩冲刷, 达到保护桥墩安全效益。图 9 为洪水过后的地形, 在桥墩附近产生淤积, 主深槽线由两桥墩间通过, 而且在桥墩上游没有竹子附着, 可以得知, 筐网基桩群有效地减少桥墩冲刷, 而且可以防止漂流木附着在桥墩上, 减少漂流木对桥

墩的撞击。

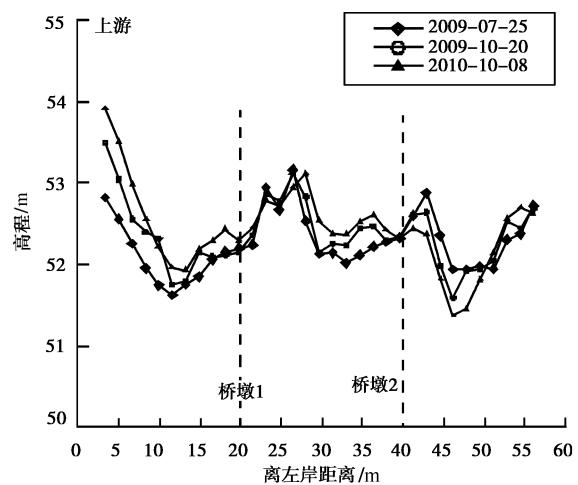


图 8 大埔桥上游断面洪水后之地形变化

Fig. 8 Topography of Dapu Bridge section upstream during some floods



图 9 大埔桥受到保护后桥墩附近淤积

Fig. 9 Deposition along pier after using piles with porous baskets

2.2 义仁桥墩保护

义仁桥位于朴子溪上游, 桥墩受到较强水流作用, 产生较大桥墩冲刷, 为了减少此桥墩冲刷, 于 2011 年 3 月施做筐网基桩群保护桥墩, 如图 10 所示, 此处因为水流较强, 因此强化基桩强度, 在筐网上下再以 H 型钢加以固结, 且在基桩底部以 1 m 厚的混凝土基座加以固定基桩群, 其深度为 6 m。完工后经过多次洪水作用, 在桥墩附近产生显著淤积, 见图 11 所示。依照片得知, 经过多次洪水及漂流木作用后, 结构尚



图 10 义仁桥筐网基桩群保护

Fig. 10 Yiren Bridge protected by piles with porous baskets

称完好, 且达到保护桥墩的效果。在桥墩上游没有漂流木附着, 筐网基桩群达到良好的导流及减少冲刷之果。



图 11 筐网基桩群保护后桥墩附近河床淤积

Fig. 11 Deposition along pier after using piles with porous baskets at Yiren Bridge

2.3 善典桥墩保护

善典桥位于六重溪上游, 桥墩受到洪水作用后, 于上游产生大量竹子附着, 见图 12, 此将增大桥墩冲刷。为减少此桥墩冲刷, 在桥墩上游布置筐网基桩群, 因为桥墩直径较小, 仅以 3 支筐网基桩为一组加以保护, 见图 13 所示; 经过洪水作用后, 见图 14, 在桥墩侧产生淤积丘, 达到良好的导流及减少冲刷之果, 且于桥墩前方没有产生竹子附着。



图 12 善典桥受到漂流木附着产生显著冲刷

Fig. 12 Shandian Bridge having some drifters owing to induced scour



图 13 善典桥施做筐网基群保护

Fig. 13 Shandian Bridge protected by piles with porous baskets



图 14 眉善典桥受到保护后产生显著淤积

Fig. 14 Deposition along pier after using piles with porous baskets at Shandian Bridge

3 结语

在桥墩冲刷保护工法上, 本文提出在桥墩上游布置三角形筐网群基桩型式, 经由 3 座桥墩现地试验结果显示, 具有良好的桥墩保护效果, 于桥墩四周有淤积且主深槽往两墩中间河道流动, 对于漂流木亦有良好的阻挡效果, 使桥墩减少漂流木之撞击及附着, 减少水流对桥墩作用力, 增加桥墩安全。

参考文献:

- [1] MELVILLE B W, HADFIELD A C. Use of sacrificial piles as pier scour countermeasures[J]. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 1999, **125**(11): 1221 – 1224.
- [2] Souza-Pinto, DE N L, Riprap Protection against scour around bridge piers[D]. Iowa City: State University of Iowa, 1959.
- [3] POSEY C J. Test of scour protection for bridge piers[J]. Journal of Hydraulic Division, ASCE, 1974, **100**(12): 1773 – 1783.
- [4] CHIEW Y M. Mechanics of riprap failure at bridge piers[J]. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 1995, **121**(9): 635 – 643.
- [5] CHIEW Y M. Scour protection at bridge piers[J]. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 1992, **118**(9): 1260 – 1269.
- [6] ODGAARD A J, WANG Y. Sediment management with submerged vanes I : applications[J]. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 1991, **117**: 284 – 302.
- [7] LAUCHLAN C S. Counter-measures for pier scour[D]. New Zealand: The University of Auckland, 1999.
- [8] HUANG C K, TANG C J, KUO T Y. Use of surface guide panels as pier scour countermeasures[J]. International Journal of Sediment Research, 2005, **20**(2): 117 – 128.