

高強度無収縮モルタルによるプレキャスト床版の薄層モルタルひび割れ対策が
スタッドせん断力に与える影響

西日本高速道路株式会社 正会員 ○浅野貴弘
大阪公立大学大学院 正会員 山口隆司

大阪市立大学大学院 学生会員 石田健人
株式会社 建設技術研究所 正会員 松本崇志
宮地エンジニアリング株式会社 正会員 浅野文佳

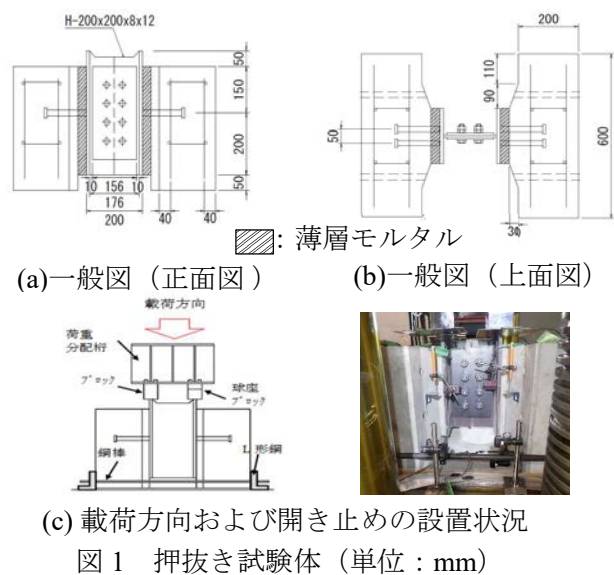
1. 背景および目的

著者らは、既設鋼橋 RC 床版をプレキャスト PC 床版（以下、PCaPC 床版）に取替える際、主桁と PCaPC 床版間に施工される高さ調整用の薄層モルタル（以下、薄層モルタル）がスタッド 1 本当たりのせん断力（以下、スタッドせん断力）に与える影響について、押抜き試験により検討を進めている¹⁾。既往の押抜き試験結果より、薄層モルタルを有する場合、薄層モルタルに生じるひび割れ等により、スタッド基部周辺の拘束力が低下することで、スタッドせん断力が低下することが報告されており、薄層モルタル厚とその強度に影響を与えることが明らかになっている¹⁾。

本報では、スタッドせん断力の低下を抑制することを目的に、薄層モルタルのひび割れ対策として薄層モルタルに高強度無収縮モルタルを用いた試験体による押抜き試験を行い、その影響について定量的な評価を行った。

2. 試験概要

図 1 に押抜き試験体の概要を示す。押抜き試験体



ケースは、薄層モルタルを有さない M0 と薄層モルタルに高強度無収縮モルタルを用いた HSM とした。HSM は、薄層モルタル厚さを 20mm, 40mm とした HSM20, HSM40 の 2 ケースで押抜き試験を行った。なお、試験体は M0 で 6 体、HSM でそれぞれ 3 体の試験体を製作した。

床版取替では、PCaPC 床版を設置する主桁上面に防錆を高めることを目的に有機ジンクリッチペイントを塗布しているため、試験体の試験体の H 鋼面に有機ジンク 60 μ m を刷毛で塗布した。

押抜き試験は各ケースの 1 体を漸増荷重とし、その他は単調荷重とした。表 1 に、コンクリートおよび無収縮モルタルの圧縮試験、割裂試験結果を示す。

3. スタッドせん断力の無次元化

M0 と HSM20, HSM40 のスタッドせん断力を定量的に比較するために文献 2) を参考に下記の式でスタッドせん断力の無次元化を行った。

$$\bar{V}_{0.2mm} = V_{0.2mm} / d^2 \cdot \sqrt{\sigma_{ck} \cdot E_{cm}}$$
 (1)

$$\bar{V}_{su} = V_{su} / d^2 \cdot \sqrt{\sigma_{ck} \cdot E_{cm}}$$
 (2)

ここに、 $\bar{V}_{0.2mm}$ は無次元化された 0.2mm オフセット値、 $V_{0.2mm}$ は 0.2mm オフセット値、 $\bar{V}_{su}$ は無次元化されたスタッドせん断耐力、 V_{su} はスタッドせん断耐力（押抜き試験の最大荷重）、 d はスタッドの軸径 (mm)、 σ_{ck} は無収縮モルタルの平均圧縮強度 (N/mm²)、 E_{cm} は無収縮モルタルの平均静弾性係数 (N/mm²) である。

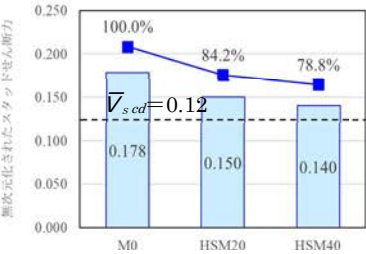
表 1 コンクリートおよびモルタルの材料特性

試験体		平均圧縮強度 (N/mm ²)	平均引張強度 (N/mm ²)	平均静弾性係数 (N/mm ²)	平均ポアソン比	設計圧縮強度 (N/mm ²)
M0	コンクリート	60.9	4.43	3.48 × 10 ⁴	0.18	50.0
	無収縮モルタル	72.9	3.84	3.09 × 10 ⁴	0.22	50.0
HSM20	コンクリート	58.3	4.00	3.17 × 10 ⁴	0.44	50.0
HSM40	無収縮モルタル	99.1	13.3	3.99 × 10 ⁴	0.46	100.0

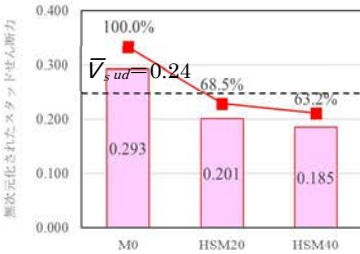
キーワード 押抜き試験，頭付きスタッド，薄層モルタル，高強度無収縮モルタル，ひび割れ対策
連絡先 〒567-0871 大阪府茨木市岩倉町 1-13 西日本高速道路株式会社関西支社 TEL 06-6344-8247

表 2 押抜き試験結果と無次元化されたスタッドせん断力

試験体	スタッド 1 本当たりのせん断力 (kN/本)		無次元化されたスタッド 1 本当たりのせん断力		
	0.2mm オフセット値	スタッドせん断耐力 (最大荷重)	0.2mm オフセット値	スタッドせん断耐力 (最大荷重)	0.2mm オフセット値 ／ スタッドせん断耐力
	$V_{0.2mm}$	V_{su}	$\bar{V}_{0.2mm}$	$\bar{V}_{su}$	
M0	96.5	159.1	0.178	0.293	60.8%
HSM20	107.6	144.1	0.150	0.201	74.7%
HSM40	100.7	133.0	0.140	0.185	75.7%



(a)0.2mm オフセット値



(b)スタッドせん断耐力

図 1 押抜き試験結果と低下率

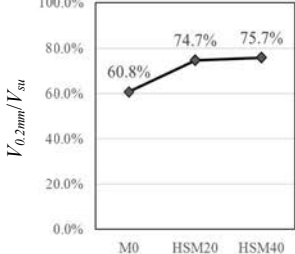


図 2 スタッドせん断耐力比

4. 試験結果と考察

表 2 に押抜き試験結果と式(1), (2)で無次元化されたスタッドせん断力を示す. 図 1 に無次元化されたスタッドせん断力とその低下率を示す. なお, 図 1 には, 文献 3)に示される設計せん断耐力式および限界ずれせん断力式から算出された設計せん断耐力および限界ずれせん断力から算出した無次元化された限界ずれせん断力 ($\bar{V}_{scd}$) と設計せん断耐力 ($\bar{V}_{sud}$) を併記している. $\bar{V}_{scd}$ と $\bar{V}_{sud}$ の算出においては, d を 19mm, σ_{ck} を 50N/mm², E_{cm} を 3.3×10⁴N/mm²とした.

図 1(a)より, 無次元化された 0.2mm オフセット値は, すべてのケースにおいて, $\bar{V}_{scd}$ を上回っているものの, HSM と M0 を比較すると, M0 から HSM の低下率は約 80%程度となった. 図 1(b)より, 無次元化されたスタッドせん断耐力は, M0 は $\bar{V}_{sud}$ を上回ったが, HSM は $\bar{V}_{sud}$ を下回った. M0 から HSM の低下率は約 60~70%程度となった. しかし, 表 1 に示したとおり, HSM の材料特性が M0 のそれらに比べ大きな値であり, M0 と HSM の $V_{0.2mm}$ と V_{su} に大きな差が生じなかったと考えられる.

図 2 に $V_{0.2mm}$ と V_{su} の比 (以下, $V_{0.2mm}/V_{su}$) を示す. M0 では, $V_{0.2mm}/V_{su}$ が約 60%に対して HSM20, HSM40 は, とともに約 75%程度となり, $V_{0.2mm}/V_{su}$ は M0 よりも HSM の $V_{0.2mm}/V_{su}$ が大きくなった. これは, 文献1)に示したとおり, HSM の薄層モルタルに高強度無収縮モルタルを用いたことで, M0 よりもスタッドの耐力に依存した結果であると考えられる.

表 2, 図 1 および図 2 より, 薄層モルタルに高強度無収縮モルタルを用いた場合, 薄層モルタル厚さ

が厚くなるほど, 0.2mm オフセット値およびスタッドせん断耐力が低下することがわかった. しかし, 薄層モルタル厚さが 40mm 程度までであれば, 0.2mm オフセット値およびスタッドせん断耐力ともに M0 と同等となることもわかった. ここで, スタッド 1 本当たりの許容せん断力 (許容せん断力) は, $V_{0.2mm}$ を降伏耐力とし, これに安全率を除いて算定することが一般的である. よって, 高強度無収縮モルタルを用いることで, 薄層モルタルのひび割れが抑制され, M0 と同等の許容せん断力が得られたと考えられる. 以上から, 薄層モルタルが有する場合でも, これに高強度無収縮モルタルを用いることで道路橋示方書や NEXCO 設計要領等の許容せん断力式を適用できると考えられる.

5. 今後の課題

本報では, 薄層モルタルに高強度無収縮モルタルを用いた場合のひび割れ対策の効果を定量的に評価した. 今回は, 薄層モルタル厚さを 40mm までとしたが, 実際の床版取替では, 薄層モルタル厚さが 80mm と厚くなる場合がある. 今後, 高強度無収縮モルタルを用いた場合において, 薄層モルタルをさらに厚くした場合のスタッドせん断力に与える影響に関する解析的検討を行い, その効果を評価する.

参考文献

1)浅野ら：薄層モルタル厚さおよびモルタル強度が頭付きスタッドのせん断耐力に及ぼす影響に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.68A, 2022.3
2) European Committee for Standardization: Eurocode 4, Design of composite steel and concrete structures, 1994.
3) 土木学会：2014 年制定複合構造標準示方書, 原則編・設計編, 2015.